

(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  
2021年11月25日(25.11.2021)



(10) 国際公開番号

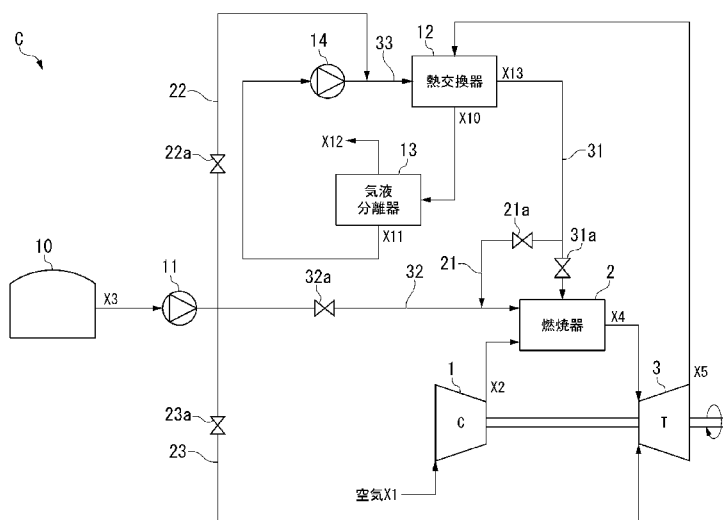
WO 2021/234979 A1

- (51) 国際特許分類:  
*F02C 3/30* (2006.01) *F02C 3/22* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/036182
- (22) 国際出願日: 2020年9月25日(25.09.2020)
- (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:  
PCT/JP2020/019693 2020年5月18日(18.05.2020) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東北大学 (TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 中村 寿 (NAKAMURA Hisashi); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: GAS TURBINE

(54) 発明の名称: ガスタービン

【図5】



2 Combustor  
12 Heat exchanger  
13 Vapor-liquid separator  
X1 Air

(57) Abstract: A gas turbine (A, B) that comprises at least a compressor (1), a combustor (2), and a turbine (3), and combusts ammonia as fuel in the combustor (2), the gas turbine further comprising a reducing agent supply device (6) that supplies a reducing agent for reducing a nitrogen oxide in the combustion gas to a combustion gas flow passage between the combustor (2) and the turbine (3) and/or to the turbine (3).

[続葉有]

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 圧縮機 (1)、燃焼器 (2) 及びタービン (3) を少なくとも備え、アンモニアを燃料として燃焼器 (2) で燃焼させるガスタービン (A, B) であって、燃焼器 (2) とタービン (3) との間の燃焼ガス流路あるいは／及びタービン (3) に燃焼ガス中の窒素酸化物を還元する還元剤を供給する還元剤供給装置 (6) を備える。

## 明 細 書

発明の名称： ガスタービン

### 技術分野

[0001] 本開示は、ガスタービンに関する。

本願は、2020年5月18日に、日本に出願されたPCT/JP2020/019693号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] 下記特許文献1には、天然ガスとアンモニアを燃焼器で混焼させる燃焼装置及びガスタービンシステムが開示されている。この燃焼装置等は、気体のアンモニアを燃焼用アンモニアとして燃焼器で混焼させると共に燃焼ガスに含まれる窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )を還元するために還元用アンモニアとしてタービンの下流側かつ還元触媒チャンバの上流側に供給する。

また、下記特許文献2には、アンモニアを主燃焼器で唯一の燃料として燃焼（専焼）させると共に再熱器に供給して排ガスの窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の濃度を低減する再熱型アンモニアガスタービンが開示されている。このガスタービンは、再熱器の排ガスを、脱硝触媒を介して再熱ガスタービンに供給する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2018-162752号公報

特許文献2：日本国特開2015-031215号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述した各ガスタービンでは、還元触媒チャンバあるいは脱硝触媒を用いて燃焼ガスあるいは排ガスの窒素酸化物濃度を低減させるが、アンモニアを燃料として燃焼させるので、アンモニア( $\text{NH}_3$ )に含まれる窒素原子由来の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の生成が不可避である。すなわち、アンモニ

ア燃焼型のガスタービンでは、大型の排気脱硝装置が不可欠である。

[0005] しかしながら、排気脱硝装置の大型化は、コスト、スペース、総合効率の低下及び負荷変動追従性の悪化等、様々な問題を招来させる。したがって、排気脱硝装置の前段で燃焼ガスに含まれる窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）の濃度を低減する必要がある。

[0006] また、アンモニアは燃焼時に二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）を発生しないが、再生可能エネルギー由来の $\text{CO}_2$ フリーアンモニアは製造量が限られるため、その効率的利用、すなわち熱効率の向上が必要である。大型ガスタービンほど熱効率向上が容易であるが、大型ガスタービンほどアンモニア使用量も大きいため、製造量の限られる $\text{CO}_2$ フリーアンモニアを大量消費する大型ガスタービンは適合しにくい。したがって、アンモニア燃焼の特性を生かした中小型ガスタービンの熱効率の向上策が必要である。

[0007] 本開示は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、以下の点を目的とする。

（１）排気脱硝装置の大型化させることなく窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）の濃度を排出基準に適合させる。

（２）アンモニアを燃料とするガスタービンの熱効率の向上を図る。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本開示の上記第１の態様のガスタービンは、圧縮機、燃焼器及びタービンを少なくとも備え、アンモニアを燃料として燃焼器で燃焼させるガスタービンであって、アンモニアの燃焼によって発生する水蒸気を回収して燃焼器に循環供給する水蒸気循環手段を備える。

[0009] 本開示の上記第１の態様のガスタービンにおいて、水蒸気循環手段は、タービンの排ガスに含まれる水蒸気を水として回収する回収装置と、水を気化させて燃焼器に供給する水蒸気供給装置とを備え、排ガスと水との熱交換によって水蒸気を凝縮させると共に水を気化させてもよい。

[0010] 本開示の上記第１の態様のガスタービンにおいて、回収装置は、排ガスを水と熱交換させる熱交換器と、該熱交換器から出力される水と排ガスの残ガ

スとを気液分離する気液分離器とを備え、水蒸気供給装置は、気液分離器から出力される水を熱交換器に供給する水ポンプと、熱交換器とを備えてもよい。

[0011] 本開示の上記第1の態様のガスタービンにおいて、前記水蒸気供給装置が前記燃焼器に供給する水蒸気の少なくとも一部を、前記燃焼器に燃料として供給される前の前記アンモニアに混合させる第1混合手段を備えてもよい。

[0012] 本開示の上記第1の態様のガスタービンにおいて、前記燃焼器に燃料として供給される前のアンモニアの少なくとも一部を、前記回収装置が回収した水に混合させる第2混合手段を備えてもよい。

[0013] 本開示の上記第1の態様のガスタービンにおいて、前記燃焼器に燃料として供給される前のアンモニアの一部を、前記タービンに燃焼ガス中の窒素酸化物を還元する還元剤として供給する還元剤供給手段を備えてもよい。

[0014] 本開示の第2の態様のガスタービンは、圧縮機、燃焼器及びタービンを少なくとも備え、アンモニアを燃料として燃焼器で燃焼させるガスタービンであって、燃焼器とタービンとの間の燃焼ガス流路あるいは／及びタービンに燃焼ガス中の窒素酸化物を還元する還元剤を供給する還元剤供給装置を備える。

[0015] 本開示の上記第2の態様のガスタービンにおいて、タービンは、複数の個別タービンが組み合わされた多段タービンであり、還元剤供給装置は、脱硝効果が期待される段の個別タービンあるいは／及び個別タービンを接続する個別燃焼ガス流路に還元剤を供給してもよい。

[0016] 本開示の上記第2の態様のガスタービンにおいて、タービンに冷却流体を供給する冷却流体供給装置をさらに備え、還元剤は冷却流体に混合されて供給してもよい。

[0017] 本開示の上記第2の態様のガスタービンにおいて、還元剤はアンモニアであってもよい。

## 発明の効果

[0018] 本開示によれば、排気脱硝装置の大型化させることなく窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）

）の濃度を排出基準に適合させることが可能である。

また、本開示によれば、アンモニアを燃料とするガスタービンの熱効率の向上を図ることが可能である。

### 図面の簡単な説明

[0019] [図1]本開示の第1実施形態に係るガスタービンの全体構成を示すシステム構成図である。

[図2A]本開示の第1実施形態におけるタービン構成及び還元剤注入箇所を示す第1の模式図である。

[図2B]本開示の第1実施形態におけるタービン構成及び還元剤注入箇所を示す第2の模式図である。

[図3]本開示の第1実施形態における脱硝率のシミュレーション結果を示すグラフである。

[図4]本開示の第2実施形態に係るガスタービンの全体構成を示すシステム構成図である。

[図5]本開示の第3実施形態に係るガスタービンの全体構成を示すシステム構成図である。

### 発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して、本開示の実施形態について説明する。

#### 〔第1実施形態〕

最初に、本開示の第1実施形態について図1～図3を参照して説明する。

第1実施形態に係るガスタービンAは、図1に示すように、圧縮機1、燃焼器2、タービン3、燃料供給装置4、冷却空気供給装置5、還元剤供給装置6、排熱回収ボイラ7及び排気脱硝装置8を備える。このガスタービンAは、燃料供給装置4から供給されるアンモニアを燃焼器2で唯一の燃料X3として燃焼（専焼）させるアンモニア専焼型のガスタービンである。

[0021] 圧縮機1は、例えば回転軸に沿って多段かつ交互に配置された動翼と静翼とを備える軸流圧縮機であり、大気から取り込んだ空気X1を所定圧まで昇圧して燃焼器2に供給する。この圧縮機1は、上記回転軸がタービン3の回

転軸と軸結合しており、当該タービン 3 によって回転駆動される。

[0022] 燃焼器 2 は、圧縮機 1 から供給される圧縮空気 X 2 と燃料供給装置 4 から供給される燃料 X 3 とをチャンバ内に噴射するバーナを備え、圧縮空気 X 2 を酸化剤として燃料 X 3 を燃焼させる。この燃焼器 2 は、燃料 X 3 の燃焼反応によって発生する高温かつ高圧な燃焼ガス X 4 を駆動流体としてタービン 3 に供給する。

[0023] タービン 3 は、例えば回転軸に沿って多段かつ交互に配置された動翼と静翼とを備える軸流タービンであり、燃焼ガス X 4（駆動流体）の運動エネルギーを動力に変換する原動機である。このタービン 3 は、自らが発生させた動力によって上記回転軸が軸結合する圧縮機 1 を回転駆動する。また、このタービン 3 は、負荷に接続される出力軸を備えており、負荷を回転駆動する。

[0024] このようなタービン 3 は、図 2 A、図 2 B に示すように、複数（4 つ）の個別タービン 3 a ～ 3 d と 5 つの燃焼ガス流路 3 e ～ 3 i を備えており、これら個別タービン 3 a ～ 3 d 及び燃焼ガス流路 3 e ～ 3 i が組み合わされた多段タービンである。このタービン 3 は、各段の個別タービン 3 a ～ 3 d で動力回収した後の排ガス X 5 を排熱回収ボイラ 7 に排出する。

[0025] 4 つの個別タービン 3 a ～ 3 d のうち、個別タービン 3 a は、燃焼ガス X 4 の流れ方向において最上流に位置する第 1 段タービンである。この個別タービン 3 a は、燃焼ガス X 4 の流入口が燃焼ガス流路 3 e を介して燃焼器 2 の流出口に接続されている。また、この個別タービン 3 a は、燃焼ガス X 4 の流出口が燃焼ガス流路 3 f を介して個別タービン 3 b の流入口に接続されている。

[0026] 個別タービン 3 b は、燃焼ガス X 4 の流れ方向において上流から 2 番目に位置する第 2 段タービンである。この個別タービン 3 b は、燃焼ガス X 4 の流入口が燃焼ガス流路 3 f を介して個別タービン 3 a の流出口に接続されている。また、この個別タービン 3 b は、燃焼ガス X 4 の流出口が燃焼ガス流路 3 g を介して個別タービン 3 c の流入口に接続されている。

[0027] 個別タービン 3 c は、燃焼ガス X 4 の流れ方向において上流から 3 番目に

位置する第3段タービンである。この個別タービン3cは、燃焼ガスX4の流入口が燃焼ガス流路3gを介して個別タービン3bの流出口に接続されている。また、この個別タービン3cは、燃焼ガスX4の流出口が燃焼ガス流路3hを介して個別タービン3dの流入口に接続されている。

[0028] 個別タービン3dは、燃焼ガスX4の流れ方向において最下流に位置する第4段タービンである。この個別タービン3dは、燃焼ガスX4の流入口が燃焼ガス流路3hを介して個別タービン3cの流出口に接続されている。また、この個別タービン3dは、燃焼ガスX4の流出口が燃焼ガス流路3iを介して排熱回収ボイラ7の流入口に接続されている。

[0029] 燃料供給装置4は、燃料タンクと燃料ポンプとを少なくとも備え、所定流量の燃料X3を燃焼器2に供給する。より具体的には、燃料供給装置4は、アンモニアを単独の燃料X3として燃焼器2に供給する。なお、アンモニアは、周知のように液化ガスとして一般的に流通している。燃料供給装置4は、このようなアンモニアを燃料X3として外部から受け入れて燃焼器2に供給する。

[0030] 冷却空気供給装置5は、少なくとも空気縮機を備え、冷却空気X6を冷却流体としてタービン3に供給する。この冷却空気X6は、タービン3を構成する動翼及び静翼等の内部に供給され、当該内部から外部に流出することによって高温な燃焼ガスに曝されるタービン3の疲労劣化を抑制する。このような冷却空気供給装置5は、本開示の冷却流体供給装置に相当する。

[0031] 還元剤供給装置6は、還元剤タンクと還元剤ポンプとを少なくとも備え、所定流量の還元剤X7をタービン3及び排気脱硝装置8に供給する。この還元剤X7は、燃焼ガス中に含まれる窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )について還元作用が期待できる物質であり、例えばアンモニアである。より具体的には、還元剤供給装置6は、上述した個別タービン3a～3dあるいは／及び燃焼ガス流路3e～3iの何れかに選択的に還元剤X7を供給する。

[0032] すなわち、還元剤供給装置6は、燃焼器2とタービン3との間の燃焼ガス流路あるいは／及びタービン3のうち、脱硝効果が期待される段の個別ター

ビンあるいは／及び個別燃焼ガス流路に還元剤 X 7 を供給する。このような還元剤供給装置 6 は、本開示の還元剤供給装置に相当する。

[0033] 排熱回収ボイラ 7 は、排ガス X 5 が流通するガス流通管と水が流通する水流通管とを少なくとも備え、タービン 3 から供給される排ガス X 5 を熱源として水蒸気を発生させる蒸気発生器である。排熱回収ボイラ 7 は、排熱回収後の排ガス X 8 を排気脱硝装置 8 に排出する。

[0034] 排気脱硝装置 8 は、脱硝触媒が充填された触媒チャンバと脱硝触媒の前段に還元剤 X 7 を噴霧する噴霧器とを少なくとも備え、排ガス X 8 を還元剤 X 7 と共に脱硝触媒に流通させることにより排ガス X 8 中に含まれる窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) を分解する。排気脱硝装置 8 は、窒素酸化物の濃度が環境基準まで低減された排ガス X 9 を大気放出する。

[0035] このような排気脱硝装置 8 は、排ガス X 8 の流量あるいは／及び排ガス X 8 に含まれる窒素酸化物の濃度に依存して装置規模が大型化する性質を有する。すなわち、排気脱硝装置 8 は、排ガス X 8 の流量が増えると排ガス X 9 を環境基準に適合させるために装置規模が大きくなり、また排ガス X 8 における窒素酸化物の濃度が上昇すると、排ガス X 9 を環境基準に適合させるために装置規模が大きくなる。

[0036] したがって、排気脱硝装置 8 の大型化を抑制するためには、排気脱硝装置 8 の前段、つまり燃焼ガス X 4 あるいは排ガス X 5, X 8, X 9 が流通する燃焼器 2 から排熱回収ボイラ 7 までの間で窒素酸化物の濃度を十分に低減させる必要がある。

[0037] 次に、第 1 実施形態に係るガスタービン A の動作について、図 3 をも参照して詳しく説明する。

[0038] 図 3 は、アンモニア（燃料 X 3）を専焼させた場合に燃焼器 2 で発生する燃焼ガス X 4 について、還元剤 X 7 の存在場（還元場）における温度 (K) 及び圧力 (bar) に対する脱硝率の変化をシミュレーションした結果である。なお、この図 3 において、実線は圧力が 1 bar の場合を示し、点線は圧力が 10 bar の場合を示し、また破線は圧力が 20 bar の場合を示し

ている。

[0039] より具体的には、燃焼ガスX4は、窒素 ( $N_2$ ) 内に17%の酸素 ( $O_2$ )、6%の水蒸気 ( $H_2O$ ) 及び500ppmの一酸化窒素 ( $NO$ ) を含む混合ガスである。このシミュレーションでは、一酸化窒素 ( $NO$ ) と等量である500ppmのアンモニア ( $NH_3$ ) を燃焼ガスX4に転化した場合の脱硝率の変化を求めた。なお、1bar (バール) は周知のように0.1MPa (メガパスカル) である。

[0040] このシミュレーション結果は、圧力が高い程に脱硝率が大きいのことを示し、また所定の温度範囲で脱硝率が正の値を取り、当該範囲を超える温度域では脱硝率が負の値を取ることを示している。すなわち、このシミュレーション結果は、つまり1100℃近傍～1500℃近傍の温度範囲では窒素酸化物濃度が低下し、1500℃近傍を超える温度域では窒素酸化物濃度が逆に上昇することを示している。

[0041] 本第1実施形態に係るガスタービンAは、このようなシミュレーション結果に鑑みたものであり、還元剤供給装置6は、図2A、図2Bに示すように、タービン3において脱硝率が正の値を取り得る箇所に還元剤X7を供給する。

[0042] 図2Aは、比較的大型のガスタービンに本第1実施形態に係るガスタービンAを適用した場合を示している。この場合、燃焼器2の出口における燃焼ガスX4の性状は、圧力：20bar、温度：1673K、窒素酸化物濃度：500ppmである。また、各個別タービン3a～3dのタービン膨張率を1.7とした場合、各個別タービン3a～3dの入口及び出口における圧力、温度及び窒素酸化物濃度は、上下三段に示した数値の通りとなる。

[0043] すなわち、第1段の個別タービン3aの入口における圧力は、燃焼器2の出口と同様に圧力：20bar、温度：1673K、窒素酸化物濃度：500ppmであり、第1段の個別タービン3aの出口及び第2段の個別タービン3bの入口における圧力は、圧力：11.8bar、温度：1480Kである。

[0044] また、第2段の個別タービン3bの出口及び第3段の個別タービン3cの入口における圧力は、圧力：6.9 bar、温度：1310 Kであり、第3段の個別タービン3cの出口及び第4段の個別タービン3dの入口における圧力は、圧力：4.1 bar、温度：1159 Kであり、さらに第4段の個別タービン3dの出口における圧力は、圧力：2.4 bar、温度：1025 Kである。

[0045] このような各個別タービン3a～3dの入口及び出口における圧力及び温度のうち、脱硝率が正の値を取るという条件を満足する箇所は、第2段の個別タービン3bの出口及び第3段の個別タービン3cの入口、また第3段の個別タービン3cの出口及び第4段の個別タービン3dの入口である。

[0046] すなわち、本第1実施形態における還元剤供給装置6は、図示するように2段の個別タービン3bの出口及び第3段の個別タービン3cの出口に還元剤X7を供給する。この結果、第3段の個別タービン3cの入口における窒素酸化物濃度は240 ppmまで低下し、また第4段の個別タービン3dの入口における窒素酸化物濃度は154 ppmまで低下する。

[0047] 本第1実施形態によれば、比較的大型のガスタービンについて、トータル的に約69%の脱硝率を確保することが可能であり、また154 ppmという窒素酸化物濃度は通常規模の排気脱硝装置8で処理可能なレベルである。したがって、本第1実施形態によれば、比較的大型のガスタービンについて、排気脱硝装置8の大型化させることなく窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の濃度を排出基準に適合させることが可能である。

[0048] また、図2Bは、中小型のガスタービンに本第1実施形態に係るガスタービンAを適用した場合を示している。この場合には、燃焼器2の出口における燃焼ガスX4の性状は、圧力：20 bar、温度：1373 K、窒素酸化物濃度：500 ppmである。また、各個別タービン3a～3dのタービン膨張率を1.7とした場合、各個別タービン3a～3dの入口及び出口における圧力、温度及び窒素酸化物濃度は、上下三段に示した数値の通りとなる。

[0049] すなわち、第1段の個別タービン3aの入口における圧力は、燃焼器2の出口と同様に圧力：20bar、温度：1373K、窒素酸化物濃度：500ppmであり、第1段の個別タービン3aの出口及び第2段の個別タービン3bの入口における圧力は、圧力：11.8bar、温度：1215Kである。

[0050] また、第2段の個別タービン3bの出口及び第3段の個別タービン3cの入口における圧力は、圧力：6.9bar、温度：1075Kであり、第3段の個別タービン3cの出口及び第4段の個別タービン3dの入口における圧力は、圧力：4.1bar、温度：951Kであり、さらに第4段の個別タービン3dの出口における圧力は、圧力：2.4bar、温度：841Kである。

[0051] このような各個別タービン3a～3dの入口及び出口における圧力及び温度のうち、脱硝率が正の値を取るという条件を満足する箇所は、燃焼器2の出口及び第1段の個別タービン3aの入口、また第1段の個別タービン3aの出口及び第2段の個別タービン3bの入口である。

[0052] したがって、還元剤供給装置6は、図示するように燃焼器2の出口及び第1段の個別タービン3aの出口に還元剤X7を供給する。この結果、第1段の個別タービン3aの入口における窒素酸化物濃度は276ppmまで低下し、また第2段の個別タービン3bの入口における窒素酸化物濃度は132ppmまで低下する。

[0053] 本第1実施形態によれば、中小型のガスタービンについて、トータル的に約74%の脱硝率を確保することが可能であり、また132ppmという窒素酸化物濃度は通常規模の排気脱硝装置8で処理可能なレベルである。したがって、本第1実施形態によれば、中小型のガスタービンにおいても、排気脱硝装置8の大型化させることなく窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の濃度を排出基準に適合させることが可能である。

[0054] また、本第1実施形態によれば、アンモニアを燃料X3と還元剤X7とに共用することができるので、装置構成を単純化することが可能である。また

、冷却能力に優れたアンモニアを還元剤 X 7 としてタービン 3 に供給するので、タービン 3 の冷却能力を向上させることが可能である。

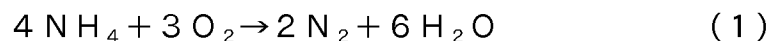
[0055] 〔第 2 実施形態〕

次に、本開示の第 2 実施形態について図 4 を参照して説明する。

なお、この図 4 では、上述した図 1 の機能構成要素と同一な機能構成要素については同一符号を付している。

[0056] 第 2 実施形態に係るガスタービン B は、図 4 に示すように、圧縮機 1、燃焼器 2、タービン 3 及び燃料供給装置 4 に加え、熱交換器 1 2、気液分離器 1 3 及び水ポンプ 1 4 を備える。燃料供給装置 4 は、燃料タンク 1 0 と、燃料ポンプ 1 1 とを備える。新たな機能構成要素である熱交換器 1 2、気液分離器 1 3 及び水ポンプ 1 4 は、本開示の水蒸気循環手段を構成するものであり、燃料 X 3 であるアンモニアの燃焼によって発生する水蒸気を回収して燃焼器 2 に循環供給する。

[0057] 下式 (1) に示すように、アンモニアの燃焼反応で発生する燃焼ガス X 4 には多量の水分子が含まれる。本第 2 実施形態に係るガスタービン B は、このようなアンモニアの燃焼反応の特徴を熱効率の向上に利用するものである。



[0058] 熱交換器 1 2 は、タービン 3 から供給される排ガス X 5 と水ポンプ 1 4 から供給される水 X 1 1 を熱交換させることにより、排ガス X 5 に含まれる水蒸気を選択的に凝縮させて気液混合水 X 1 0 を生成すると共に水 X 1 1 を気化させて水蒸気 X 1 3 にする。この熱交換器 1 2 は、気液混合水 X 1 0 を気液分離器 1 3 に供給し、水蒸気 X 1 3 を燃焼器 2 に供給する。

[0059] 気液分離器 1 3 は、気液混合水 X 1 0 を気液分離することにより水 X 1 1 と気液混合水 X 1 0 における水 X 1 1 以外の残ガス X 1 2 とを分離する。気液分離器 1 3 は、水 X 1 1 を水ポンプ 1 4 に供給し、残ガス X 1 2 を後続する排熱回収ボイラまたは排気脱硝装置（図示略）に排出する。

[0060] すなわち、上記熱交換器 1 2 及び気液分離器 1 3 は、本開示の回収装置を構成しており、タービン 3 の排ガス X 5 に含まれる水蒸気つまりアンモニア

の燃焼によって発生する水蒸気を水X11として回収する。

[0061] 水ポンプ14は、気液分離器13から供給される水X11を加圧して熱交換器12に供給する。この水X11は、熱交換器12で加熱されることにより気化して水蒸気X13となり、燃焼器2に供給される。すなわち、上記熱交換器12及び水ポンプ14は、本開示の水蒸気供給装置を構成しており、水X11を気化させて燃焼器2に供給する。

[0062] このように構成されたガスタービンBを出力11MW級の中小型のガスタービンに適用した場合に関してトータルの熱効率をシミュレーションによって求めると、35.7%となる。このシミュレーションにおける条件は以下の通りである。

[0063] (1) 燃料X3 (アンモニア) 供給量: 123 kmol/h

(2) 燃料 (アンモニア) 供給温度: 常温

(3) 燃料 (アンモニア) 供給圧: 10 atm

(4) タービン3の入口温度: 1100°C

(5) タービン3の入口圧: 20 atm

[0064] また、このシミュレーション結果として上記熱効率 (35.7%) と共に得られる燃料供給装置4の動力 (供給ポンプ動力) は1kW、水ポンプ14の動力は6kW、圧縮機1の動力は2281kW (空気流量: 600 kmol/h)、タービン3の出力は6156kW、また正味出力は3867kWである。

[0065] このようなシミュレーション結果に対して、ガスタービンBから熱交換器12、気液分離器13及び水ポンプ14つまり本開示の水蒸気循環手段を削除し、排ガスX5と燃料X3 (アンモニア) とを熱交換させる熱交換器を付加したガスタービンについて熱効率を求めると、29.0%となる。なお、この場合のシミュレーション条件は、上述したガスタービンBの場合と略同様であるが、タービン3の入口温度が1400°Cである。

[0066] また、このシミュレーション結果として上記熱効率 (29.0%) と共に得られる燃料供給装置4の動力 (供給ポンプ動力) は1kW、圧縮機1の動

力は4068kW（空気流量：1070kmol/h）、タービン3の出力は7207kW、また正味出力は3138kWである。

[0067] すなわち、本第2実施形態に係るガスタービンBよれば、燃料X3（アンモニア）の燃焼によって発生する水蒸気を回収して燃焼器2に循環供給するので、アンモニアを燃料X3とする場合熱効率の向上を図ることが可能である。

[0068] また、このガスタービンBよれば、燃焼器2に水蒸気X13を供給するので、燃焼ガスX4の温度を低下させることが可能であり、よってタービン3の腐食を抑制することが可能である。また、このガスタービンBよれば、同じく燃焼器2に水蒸気X13を供給するので、燃焼器2への空気の供給量を削減することが可能であり、よって圧縮機1の動力を下げることも可能である。

[0069] [第3実施形態]

次に、本開示の第3実施形態について図5を参照して説明する。

なお、この図5では、上述した図4の機能構成要素と同一な機能構成要素については同一符号を付している。

[0070] 第3実施形態に係るガスタービンCは、図5に示すように、圧縮機1、燃焼器2、タービン3、燃料供給装置4、熱交換器12、気液分離器13及び水ポンプ14に加え、第1混合配管21、第2混合配管22及び還元剤供給配管23を備える。なお、新たな機能構成要素である第1混合配管21、第2混合配管22及び還元剤供給配管23は、上述した図4のガスタービンBに個別に追加しても構わない。つまり、図4のガスタービンBに第1混合配管21のみを追加してもよい。また、図4のガスタービンBに第2混合配管22のみを追加してもよい。また、図4のガスタービンBに還元剤供給配管23のみを追加してもよい。

[0071] 第1混合配管21は、熱交換器12と燃焼器2とを接続する水蒸気供給配管31から分岐し、燃料ポンプ11と燃焼器2とを接続する燃料供給配管32に接続された分岐配管である。第1混合配管21及び水蒸気供給配管31

には、ガスタービンCの様々な負荷に応じて、水蒸気の分配量を0～100%で調整できる流量調整弁21a, 31aが設けられている。この第1混合配管21は、水蒸気供給装置が燃焼器2に供給する水蒸気の少なくとも一部を、燃焼器2に燃料X3として供給される前のアンモニアに混合させる、本開示の第1混合手段に相当する。

[0072] 第2混合配管22は、燃料ポンプ11と燃焼器2とを接続する燃料供給配管32から分岐し、水ポンプ14と熱交換器12とを接続する水供給配管33に接続された分岐配管である。第2混合配管22及び燃料供給配管32には、ガスタービンCの様々な負荷に応じて、アンモニアの分配量を0～100%で調整できる流量調整弁22a, 32aが設けられている。この第1混合配管21は、燃焼器2に燃料X3として供給される前のアンモニアの少なくとも一部を、回収装置が回収した水に混合させる、本開示の第2混合手段に相当する。

[0073] 還元剤供給配管23は、燃料ポンプ11と燃焼器2とを接続する燃料供給配管32から分岐し、タービン3に接続された分岐配管である。還元剤供給配管23には、アンモニアの流量を調整できる流量調整弁23aが設けられている。なお、還元剤供給配管23のタービン3との接続位置は、上述した第1実施形態の還元剤供給装置6のタービン3との接続位置と同じであるとしてよい。この還元剤供給配管23は、燃焼器2に燃料X3として供給される前のアンモニアの一部を、タービン3に燃焼ガス中の窒素酸化物を還元する還元剤として供給する、本開示の還元剤供給手段に相当する。

[0074] 第1混合配管21によれば、燃料X3となる液体のアンモニアと、回収した水蒸気を気液混合し、水蒸気を吸水した液体のアンモニアを燃焼器2に供給することができる。アンモニアは水と非常によく混ざり合うため、液体のアンモニアと回収した水蒸気を混合することができる。燃料X3となる液体のアンモニアに、水分が含まれることにより、発熱量が低下し、燃焼器2における燃焼時に局所の火炎温度が低下する。このため、アンモニアの燃焼で課題となる燃焼器2での $\text{NO}_x$ の生成を低下させることができる。また、燃料

X 3 となる液体のアンモニアと、回収した水蒸気との混合により、溶解熱が発生し、燃料 X 3 の予熱になる。このため、ガスタービン C の熱効率を向上させることができる。

[0075] また、第 2 混合配管 2 2 によれば、燃料 X 3 となる液体のアンモニアと、回収した水を混合し、熱交換器 1 2 を通過させ、燃料供給配管 3 2 を介して燃焼器 2 に供給することができる。アンモニアは水と非常によく混ざり合うため、液体のアンモニアと回収した水を混合することができる。燃料 X 3 となる液体のアンモニアに、水分が含まれることにより、発熱量が低下し、燃焼器 2 における燃焼時に局所の火炎温度が低下する。このため、アンモニアの燃焼で課題となる燃焼器 2 での  $\text{NO}_x$  の生成を低下させることができる。また、燃料 X 3 となる液体のアンモニアと、回収した水との混合により、溶解熱が発生し、燃料 X 3 の予熱になる。この液液混合による溶解熱は、上述した気液混合による溶解熱よりも効果大きい。また、燃料 X 3 となる液体のアンモニアが熱交換器 1 2 を通過することで、燃料 X 3 の予熱および気化が可能となる。これらにより、ガスタービン C の熱効率を向上させることができる。

[0076] また、還元剤供給配管 2 3 によれば、燃料 X 3 となる液体のアンモニアと、上述した図 1 に示す還元剤 X 7（脱硝剤）となる液体のアンモニアを共有できる。このため、還元剤供給装置 6 を別途設置する必要がなくなり、装置規模の大型化を抑制することができる。

[0077] なお、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のような変形例が考えられる。

（１）上記各実施形態では、アンモニア専焼型のガスタービン A, B について説明したが、本開示はこれに限定されない。本開示は、アンモニアに他の燃料を混焼させるアンモニア混焼型のガスタービンにも適用可能である。

[0078] （２）上記各実施形態では、ガスタービン A, B の用途について説明しなかったが、ガスタービン A, B の用途は例えば発電用である。すなわち、タービン 3 の出力軸には発電機の回転軸が連結され、タービン 3 の動力によって

発電機が駆動される。

[0079] (3) 上記第1実施形態では、タービン3が4つ(4段)の個別タービン3 a～3 dを備える場合について説明したが、本開示はこれに限定されない。個別タービンの段数(個数)は、例えば高圧タービンと低圧タービンとからなる2段構成でも良い。

[0080] (4) 上記第1実施形態では、還元剤X7と冷却空気X6(冷却流体)と個別にタービン3に供給したが、本開示はこれに限定されない。例えば、冷却空気X6に還元剤X7を混合させてタービン3に供給してもよい。この場合、冷却空気X6の流路に還元剤X7の吐出ノズルを設けたエゼクタを利用することが考えられる。このようなエゼクタを利用することにより、冷却空気X6の運動エネルギーを用いて還元剤X7をタービン3に供給することができるので、還元剤X7の供給用動力を削減することが可能である。

[0081] (5) 上記第1実施形態では、還元剤X7としてアンモニアを用いたが、本開示はこれに限定されない。窒素酸化物に対して還元作用を呈する物質であれば、アンモニア以外のものを用いてもよい。

[0082] (6) 上記第2実施形態では、熱交換器12、気液分離器13及び水ポンプ14を備える水蒸気循環手段を採用したが、本開示はこれに限定されない。また、水蒸気循環手段と別系統で給水した水を気体(アンモニアなど)に混合することも可能である。

## 産業上の利用可能性

[0083] 本開示は、ガスタービンに利用することができる。

## 符号の説明

[0084] A, B ガスタービン

1 圧縮機

2 燃焼器

3 タービン

3 a～3 d 個別タービン

3 e～3 i 燃焼ガス流路

- 4 燃料供給装置
- 5 冷却空気供給装置
- 6 還元剤供給装置
- 7 排熱回収ボイラ
- 8 排気脱硝装置
- 10 燃料タンク
- 11 燃料ポンプ
- 12 熱交換器
- 13 気液分離器
- 14 水ポンプ
- 21 第1混合配管
- 22 第2混合配管
- 23 還元剤供給配管

## 請求の範囲

- [請求項1]            圧縮機、燃焼器及びタービンを少なくとも備え、アンモニアを燃料として前記燃焼器で燃焼させるガスタービンであって、
- 前記アンモニアの燃焼によって発生する水蒸気を回収して前記燃焼器に循環供給する水蒸気循環手段を備えるガスタービン。
- [請求項2]            前記水蒸気循環手段は、
- 前記タービンの排ガスに含まれる水蒸気を水として回収する回収装置と、
- 前記水を気化させて前記燃焼器に供給する水蒸気供給装置とを備え、
- 前記排ガスと前記水との熱交換によって水蒸気を凝縮させると共に前記水を気化させる請求項1に記載のガスタービン。
- [請求項3]            前記回収装置は、前記排ガスを前記水と熱交換させる熱交換器と、
- 該熱交換器から出力される前記水と前記排ガスの残ガスとを気液分離する気液分離器とを備え、
- 前記水蒸気供給装置は、前記気液分離器から出力される前記水を前記熱交換器に供給する水ポンプを備える請求項2に記載のガスタービン。
- [請求項4]            前記水蒸気供給装置が前記燃焼器に供給する水蒸気の少なくとも一部を、前記燃焼器に燃料として供給される前の前記アンモニアに混合させる第1混合手段を備える請求項2または3に記載のガスタービン。
- [請求項5]            前記燃焼器に燃料として供給される前のアンモニアの少なくとも一部を、前記回収装置が回収した水に混合させる第2混合手段を備える請求項2～4のいずれか一項に記載のガスタービン。
- [請求項6]            前記燃焼器に燃料として供給される前のアンモニアの一部を、前記タービンに燃焼ガス中の窒素酸化物を還元する還元剤として供給する還元剤供給手段を備える請求項1～5のいずれか一項に記載のガスタ

ービン。

[請求項7] 圧縮機、燃焼器及びタービンを少なくとも備え、アンモニアを燃料として前記燃焼器で燃焼させるガスタービンであって、

前記燃焼器と前記タービンとの間の燃焼ガス流路あるいは／及び前記タービンに燃焼ガス中の窒素酸化物を還元する還元剤を供給する還元剤供給装置を備えるガスタービン。

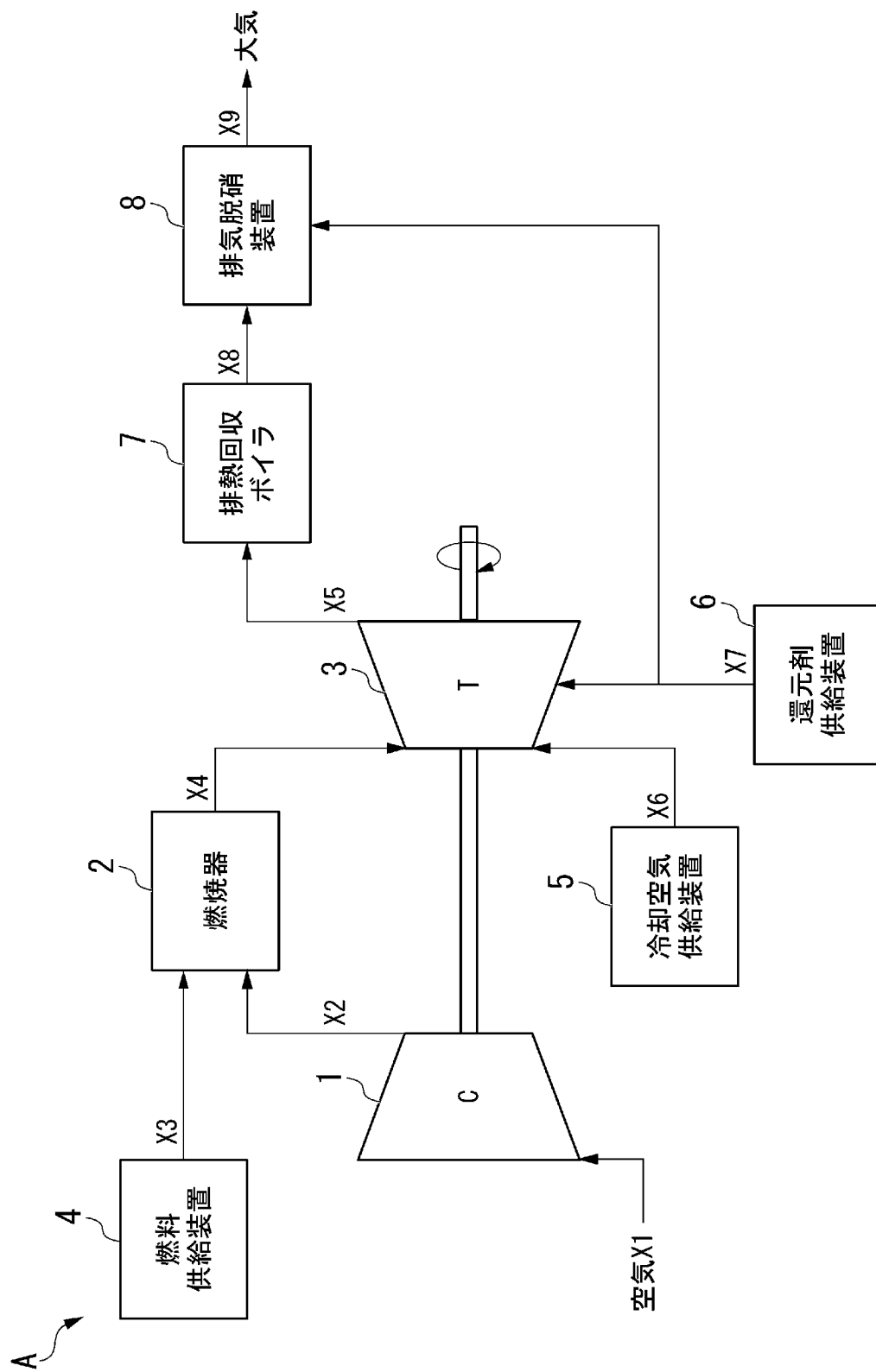
[請求項8] 前記タービンは、複数の個別タービンが組み合わされた多段タービンであり、

前記還元剤供給装置は、脱硝効果が期待される段の個別タービンあるいは／及び前記個別タービンを接続する個別燃焼ガス流路に還元剤を供給する請求項7に記載のガスタービン。

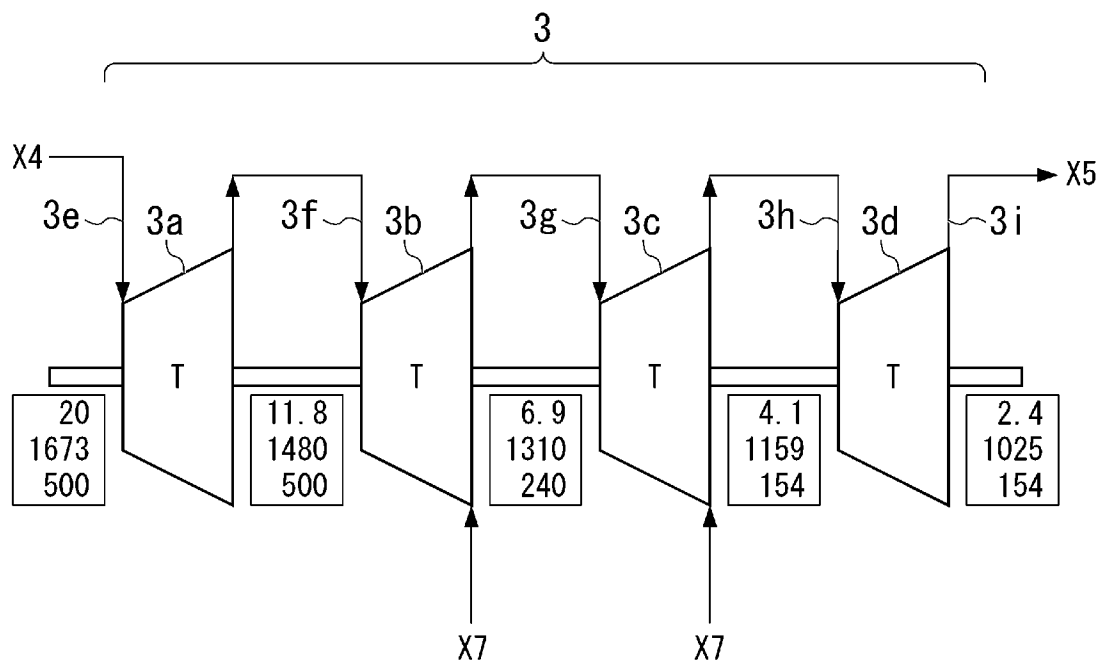
[請求項9] 前記タービンに冷却流体を供給する冷却流体供給装置をさらに備え、前記還元剤は、前記冷却流体に混合されて供給される請求項7または8に記載のガスタービン。

[請求項10] 前記還元剤は、アンモニアであることを特徴とする請求項7～9のいずれか一項に記載のガスタービン。

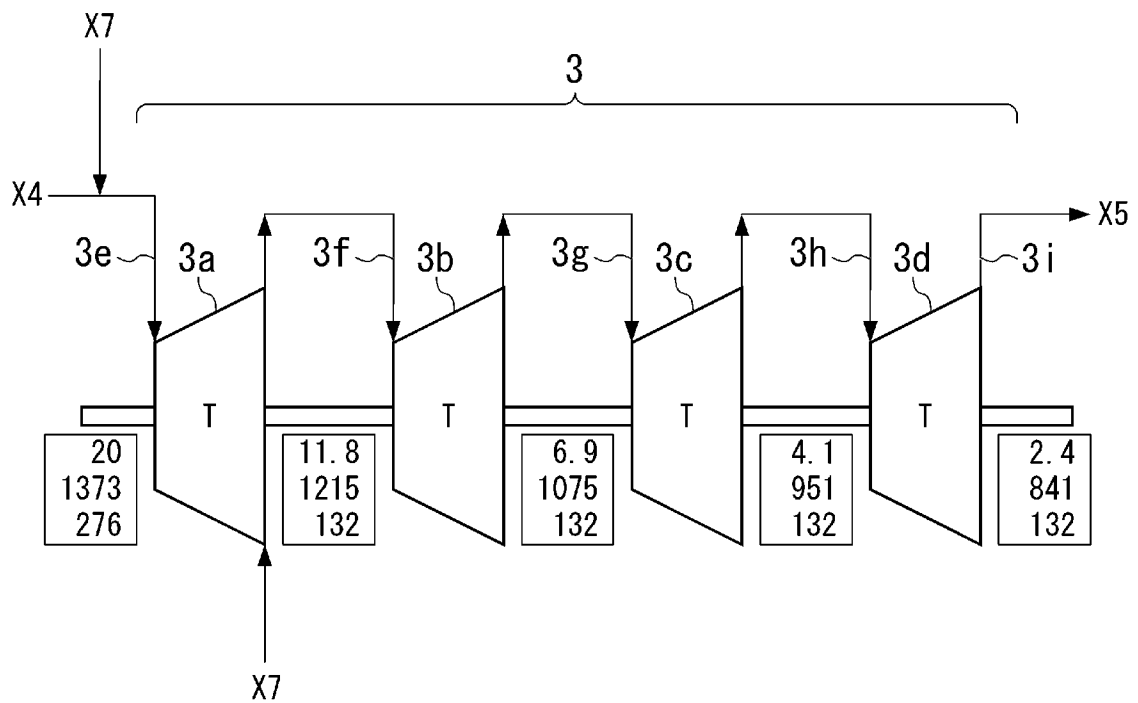
[図1]



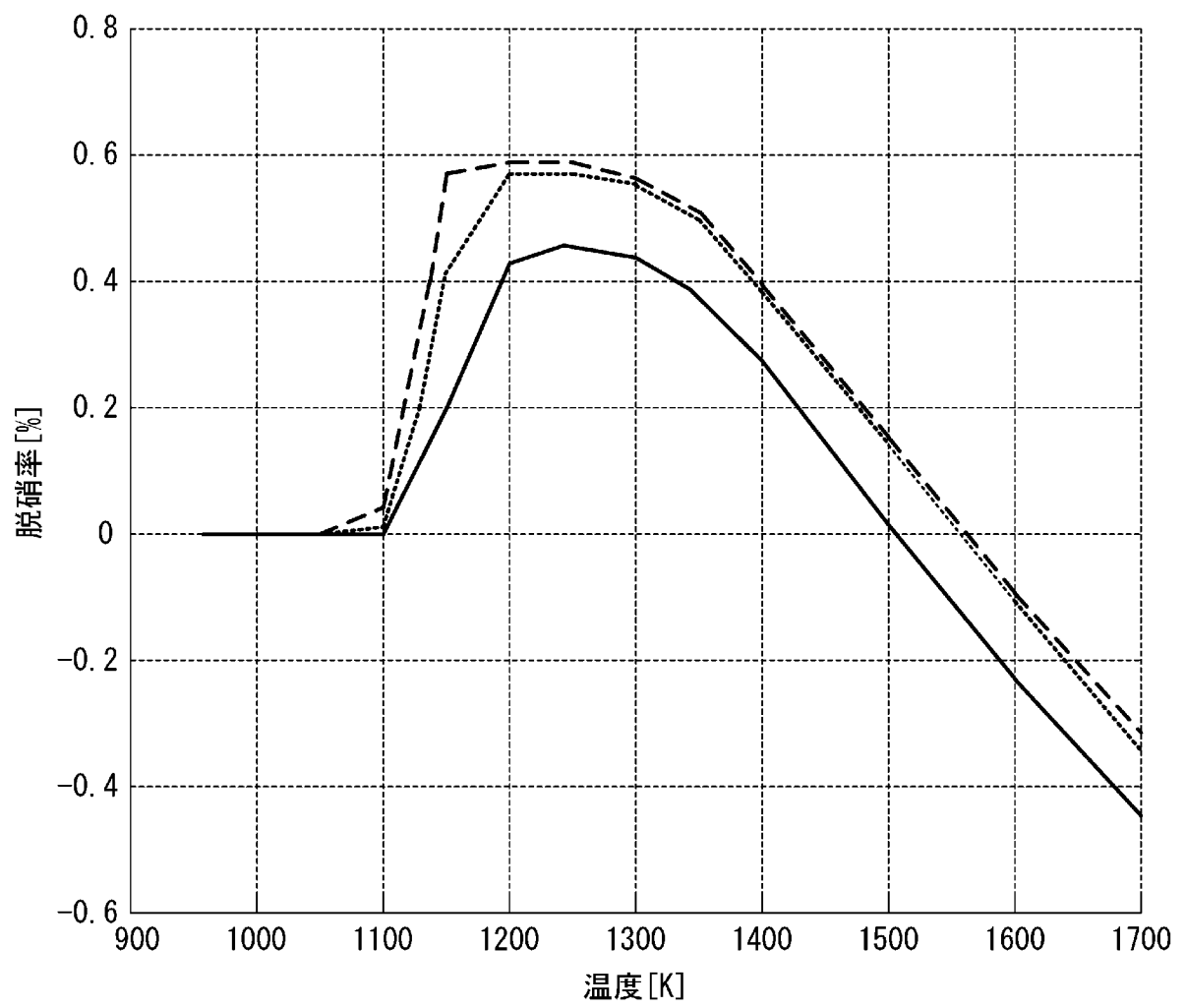
[図2A]



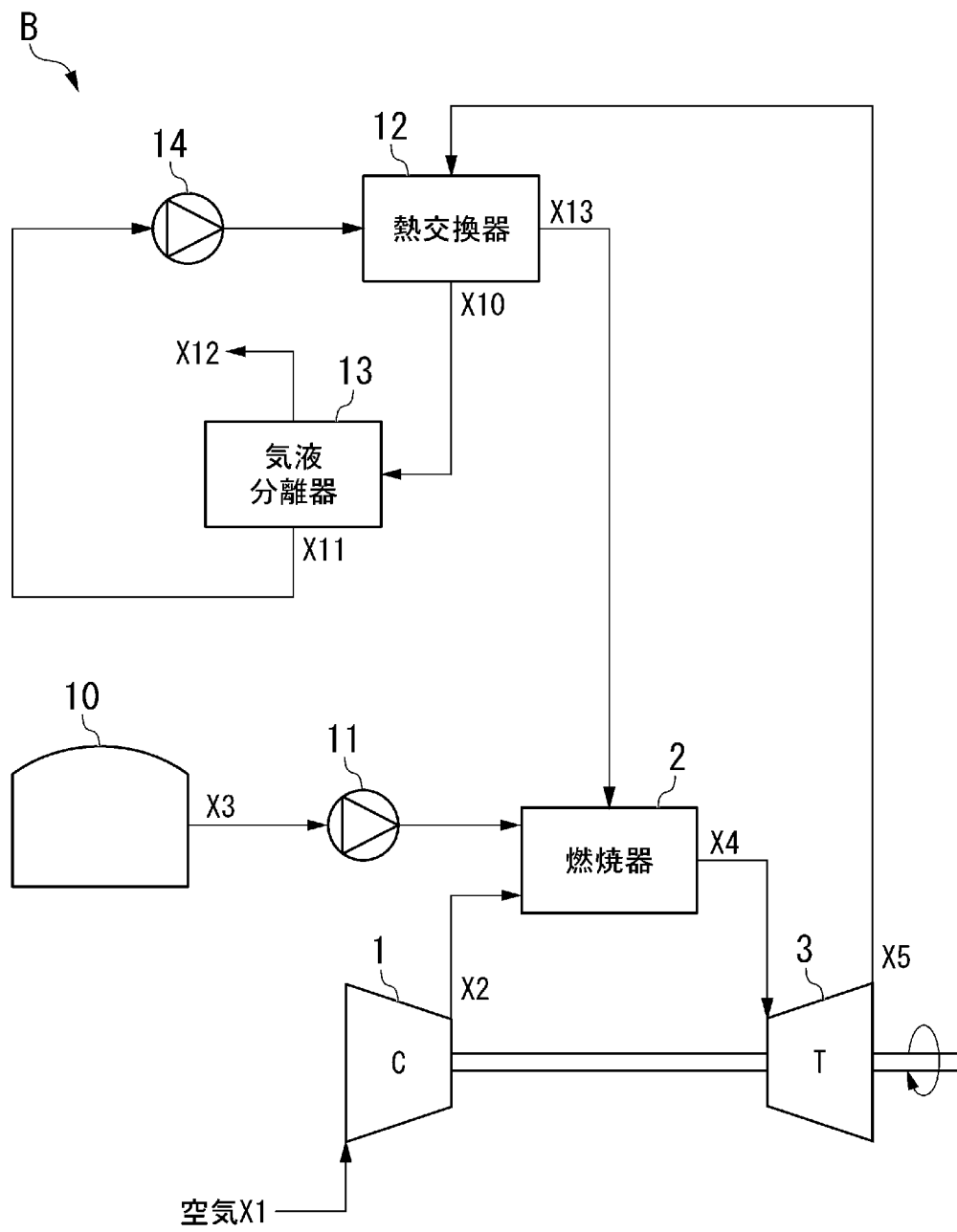
[図2B]



[図3]



[図4]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/036182

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F02C3/30 (2006.01) i, F02C3/22 (2006.01) i  
FI: F02C3/30 C, F02C3/30 Z, F02C3/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. F02C3/00-3/36, F23R3/00-3/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2018-162759 A (IHI CORP.) 18 October 2018, paragraphs [0002], [0017]-[0044], fig. 1-3        | 1-10                  |
| Y         | JP 2001-234708 A (HITACHI, LTD.) 31 August 2001, paragraphs [0018]-[0060], fig. 1               | 1-6                   |
| Y         | JP 2011-127602 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 30 June 2011, paragraphs [0020]-[0023], fig. 1          | 4-6                   |
| Y         | JP 2013-96324 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 20 May 2013, paragraphs [0013]-[0016], fig. 1 | 5-6                   |



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  
13.11.2020

Date of mailing of the international search report  
24.11.2020

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/JP2020/036182

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US 5272867 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 28 December 1993, column 2, line 16, to line 18, column 3, line 10 to column 4, line 21, all drawings           | 6-10                  |
| A         | JP 9-195793 A (TANIGAWA, Hiroyasu) 29 July 1997, paragraphs [0009]-[0019], fig. 6-8                                                                       | 1-3                   |
| A         | US 2019/0078513 A1 (UNIVERSITY OF FLORIDA RESEARCH FOUNDATION, INC.) 14 March 2019, paragraphs [0030]-[0055], fig. 1                                      | 1-3                   |
| A         | WO 2010/082360 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 22 July 2010, page 2, line 17 to page 8, line 7, fig. 3                                                            | 1, 6, 9, 10           |
| A         | DE 4104382 A1 (BTB BLOCKHEIZKRAFTWERKS-TRAEGER-UND BETREIBERGESELLSCHAFT MBH BERLIN) 13 August 1992, column 4, line 16 to column 5, line 50, all drawings | 6-10                  |
| A         | US 1988456 A (AKTIEBOLAGET MILO) 22 January 1935, page 1, right column, line 50 to page 2, left column, line 45, fig. 1                                   | 8                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/036182

| Patent Documents referred to in the Report | Publication Date | Patent Family                                                                                                                                                              | Publication Date |
|--------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| JP 2018-162759 A                           | 18.10.2018       | US 2020/0023315 A1<br>paragraphs [0003],<br>[0022]-[0053], fig.<br>1-3<br>WO 2018/180781 A1<br>EP 3604770 A1<br>CN 110418880 A<br>KR 10-2019-0116522 A<br>AU 2018245143 A1 |                  |
| JP 2001-234708 A                           | 31.08.2001       | (Family: none)                                                                                                                                                             |                  |
| JP 2011-127602 A                           | 30.06.2011       | US 2011/0138766 A1<br>paragraphs [0029]-<br>[0032], fig. 1<br>CN 102182558 A<br>DE 102010061258 A1<br>CH 702389 A2                                                         |                  |
| JP 2013-96324 A                            | 20.05.2013       | US 2014/0283498 A1<br>paragraphs [0032]-<br>[0035], fig. 1<br>WO 2013/065624 A1<br>EP 2775120 A1<br>CA 2854079 A1<br>AU 2012333652 A1<br>RU 2014119542 A<br>EP 523469 A1   |                  |
| US 5272867 A                               | 28.12.1993       | column 2, line 19 to<br>line 20, column 2,<br>line 58 to column 4,<br>line 32, all drawings<br>RU 2050454 C1                                                               |                  |
| JP 9-195793 A                              | 29.07.1997       | (Family: none)                                                                                                                                                             |                  |
| US 2019/0078513 A1                         | 14.03.2019       | (Family: none)                                                                                                                                                             |                  |
| WO 2010/082360 A1                          | 22.07.2010       | US 2012/0047870 A1<br>paragraphs [0016]-<br>[0034], fig. 3<br>EP 2378097 A1<br>CN 102272428 A                                                                              |                  |
| DE 4104382 A1                              | 13.08.1992       | (Family: none)                                                                                                                                                             |                  |
| US 1988456 A                               | 22.01.1935       | (Family: none)                                                                                                                                                             |                  |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>F02C 3/30(2006.01)i; F02C 3/22(2006.01)i<br>FI: F02C3/30 C; F02C3/30 Z; F02C3/22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| 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））<br>F02C3/00-3/36; F23R3/00-3/60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 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<br><table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |                | 日本国実用新案公報    | 1922-1996年                                                      | 日本国公開実用新案公報                     | 1971-2020年                                      | 日本国実用新案登録公報                            | 1996-2020年                                                          | 日本国登録実用新案公報                                                   | 1994-2020年        |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1922-1996年                                                                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1971-2020年                                                                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1996-2020年                                                                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1994-2020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 2018-162759 A (株式会社 I H I) 18.10.2018 (2018-10-18)<br>段落 [0002] [0017] - [0044], [図1] - [図3]       | 1-10           |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2001-234708 A (株式会社日立製作所) 31.08.2001 (2001-08-31)<br>段落 [0018] - [0060], [図1]                      | 1-6            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2011-127602 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 30.06.2011 (2011-06-30)<br>段落 [0020] - [0023], [図1]             | 4-6            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2013-96324 A (川崎重工業株式会社) 20.05.2013 (2013-05-20)<br>段落 [0013] - [0016], [図1]                       | 5-6            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US 5272867 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 28.12.1993 (1993-12-28)<br>第2欄第16行-第18行, 第3欄第10行-第4欄第21行, 図 | 6-10           |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 9-195793 A (谷川 浩保) 29.07.1997 (1997-07-29)<br>段落 [0009] - [0019], [図6] - [図8]                      | 1-3            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&amp;" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table> |                                                                                                       |                | * 引用文献のカテゴリー | "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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの | "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | "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 | "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 | "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 | "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） | "&" 同一パテントファミリー文献 | "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 |  |
| * 引用文献のカテゴリー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | "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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | "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                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | "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                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | "&" 同一パテントファミリー文献                                                                                     |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査を完了した日<br><br>13.11.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 国際調査報告の発送日<br><br>24.11.2020                                                                          |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>小岩 智明 30 4416<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3358                                 |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |

| 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 |
| A               | US 2019/0078513 A1 (UNIVERSITY OF FLORIDA RESEARCH FOUNDATION, INC.)<br>14.03.2019 (2019 - 03 - 14)<br>[0030]-[0055], FIG.1               | 1-3            |
| A               | WO 2010/082360 A1 (トヨタ自動車株式会社) 22.07.2010 (2010 - 07 - 22)<br>第2頁第17行-第8頁第7行, F i g . 3                                                   | 1, 6, 9, 10    |
| A               | DE 4104382 A1 (BTB BLOCKHEIZKRAFTWERKS-TRAEGER-UND BETREIBERGESELLSCHAFT MBH<br>BERLIN) 13.08.1992 (1992 - 08 - 13)<br>第4欄第16行-第5欄第50行, 図 | 6-10           |
| A               | US 1988456 A (AKTIEBOLAGET MILO) 22.01.1935 (1935 - 01 - 22)<br>第1頁右欄第50行-第2頁左欄第45行, Fig.1                                                | 8              |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/036182

| 引用文献 |              |    | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                                                                                                 | 公表日 |
|------|--------------|----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| JP   | 2018-162759  | A  | 18.10.2018 | US 2020/0023315 A1<br>[0003][0022]-[0053],<br>FIGs. 1-3<br>WO 2018/180781 A1<br>EP 3604770 A1<br>CN 110418880 A<br>KR 10-2019-0116522 A<br>AU 2018245143 A1 |     |
| JP   | 2001-234708  | A  | 31.08.2001 | (ファミリーなし)                                                                                                                                                   |     |
| JP   | 2011-127602  | A  | 30.06.2011 | US 2011/0138766 A1<br>[0029]-[0032], FIG. 1<br>CN 102182558 A<br>DE 102010061258 A1<br>CH 702389 A2                                                         |     |
| JP   | 2013-96324   | A  | 20.05.2013 | US 2014/0283498 A1<br>[0032]-[0035], Fig. 1<br>WO 2013/065624 A1<br>EP 2775120 A1<br>CA 2854079 A1<br>AU 2012333652 A1<br>RU 2014119542 A                   |     |
| US   | 5272867      | A  | 28.12.1993 | EP 523469 A1<br>第2欄第19行-第20行, 第2欄<br>第58行-第4欄第32行, 図<br>RU 2050454 C1                                                                                       |     |
| JP   | 9-195793     | A  | 29.07.1997 | (ファミリーなし)                                                                                                                                                   |     |
| US   | 2019/0078513 | A1 | 14.03.2019 | (ファミリーなし)                                                                                                                                                   |     |
| WO   | 2010/082360  | A1 | 22.07.2010 | US 2012/0047870 A1<br>[0016]-[0034], Fig. 3<br>EP 2378097 A1<br>CN 102272428 A                                                                              |     |
| DE   | 4104382      | A1 | 13.08.1992 | (ファミリーなし)                                                                                                                                                   |     |
| US   | 1988456      | A  | 22.01.1935 | (ファミリーなし)                                                                                                                                                   |     |