(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 5 月 30 日(30.05.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/080801 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/080572

(22) 国際出願日: 2013 年 11 月 12 日(12.11.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-256907 2012 年 11 月 22 日(22.11.2012) 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: 中本 行政(NAKAMOTO, Yukimasa); 〒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). 藤田 和徳(FUJITA, Kazunori); 〒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). 眞鍋 壮(MANABE, So); 〒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).

(74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

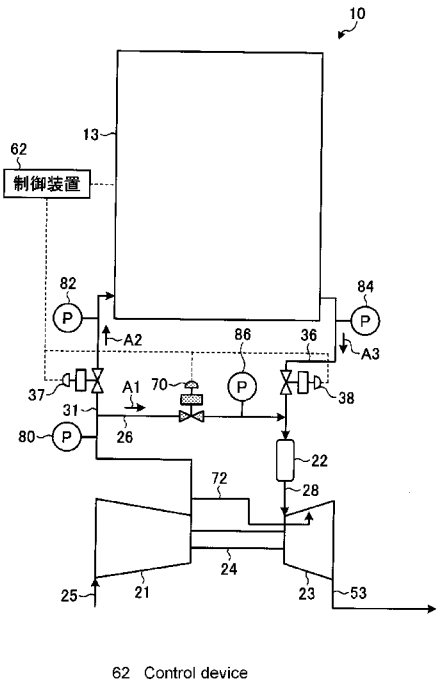
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

[続葉有]

(54) **Title**: POWER GENERATION SYSTEM AND OPERATION METHOD FOR POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称 : 発電システム及び発電システムの運転方法



62 Control device

(57) **Abstract**: To provide: a power generation system capable of stabilizing the pressure of air supplied to a SOFC; and an operation method for the power generation system. The power generation system has: a fuel cell; a gas turbine; a first compressed air supply line that supplies air from a compressor to a combustor; a second compressed air supply line that supplies compressed air from the compressor to the fuel cell; a compressed air circulation line that supplies discharge air from the fuel cell to the combustor; a detection unit that detects the ease of flow of fuel cell compressed air; an adjustment unit that adjusts the balance between the ease of flow of the compressed air in the first compressed air supply line and the ease of flow of the compressed air in the second compressed air supply line; and a control device that uses the adjustment unit to adjust the balance between the ease of flow of the compressed air in the first compressed air supply line and the ease of flow of the compressed air in the second compressed air supply line, on the basis of the fluctuation in the ease of flow of fuel cell compressed air as detected by the detection unit.

(57) 要約: ＳＯＦＣに供給する空気の圧力を安定させることができる発電システム及び発電システムの運転方法を提供すること。発電システムは、燃料電池と、ガスタービンと、圧縮機から燃焼器に空気を供給する第１圧縮空気供給ラインと、圧縮機から燃料電池に圧縮空気を供給する第２圧縮空気供給ラインと、燃料電池から燃焼器に排空気を供給する圧縮空気循環ラインと、燃料電池の圧縮空気の流れやすさを検出する検出部と、第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整する調整部と、検出部で検出した燃料電池の圧縮空気の流れやすさの変動に基づいて、調整部によって第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整する制御装置と、を有する。

WO 2014/080801 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 発電システム及び発電システムの運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、固体酸化物形燃料電池とガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電システム及び発電システムの運転方法に関するものである。

背景技術

[0002] 固体酸化物形燃料電池（Ｓｏｌｉｄ　Ｏｘｉｄｅ　Ｆｕｅｌ　Ｃｅｌｌ：以下ＳＯＦＣ）は、用途の広い高効率な燃料電池として知られている。このＳＯＦＣは、イオン導電率を高めるために作動温度が高くされているので、空気極側に供給する空気（酸化剤）としてガスタービンの圧縮機から吐出された圧縮空気を使用することができる。また、ＳＯＦＣから排気された高温の排燃料ガスをガスタービンの燃焼器の燃料として使用することができる。

[0003] このため、例えば、下記特許文献１に記載されるように、高効率発電を達成することができる発電システムとして、ＳＯＦＣとガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたものが各種提案されている。この特許文献１に記載されたコンバインドシステムにおいて、ガスタービンは、空気を圧縮してＳＯＦＣに供給する圧縮機と、このＳＯＦＣから排気された排燃料ガスと圧縮空気から燃焼ガスを生成する燃焼器を有したものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００９－２０５９３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した従来の発電システムは、ガスタービンの圧縮機から燃焼器に圧縮空気を供給する経路と、圧縮機からＳＯＦＣ等の燃料電池に圧縮空気を供給する経路を備えており、燃料電池への圧縮空気の供給開始時に圧縮機から燃焼器に圧縮空気を供給する経路の弁を徐々に閉めつつ、圧縮機から燃料電池

に圧縮空気を供給する経路の弁を徐々に開くことで、燃料電池に供給する空気量を増加させている。

[0006] ここで、発電システムでは、燃料電池とガスタービンとの駆動状態が変動すると、圧縮機から燃料電池に供給する圧縮空気の圧力が変動することがある。発電システム内で燃料電池に供給する圧縮空気の圧力が変動すると、燃料電池の空気極側の圧力が変動し、空気極と燃料極の圧力バランスを一定に保つことができなくなる。このため、空気極と燃料極の圧力バランスが保てなくなると、燃料電池の性能が劣化してしまう。

[0007] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、燃料電池に供給する圧縮空気の圧力を安定させることができる発電システム及び発電システムの運転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] 上記の目的を達成するための本発明の発電システムは、燃料電池と、圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、前記圧縮機から前記燃焼器に圧縮空気を供給する第１圧縮空気供給ラインと、前記圧縮機から前記燃料電池に圧縮空気を供給する第２圧縮空気供給ラインと、前記燃料電池から前記燃焼器に排空気を供給する圧縮空気循環ラインと、前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさを検出する検出部と、前記第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、前記第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整する調整部と、前記検出部で検出した前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさの変動に基づいて、前記調整部によって第１圧縮空気供給ラインと、第２圧縮空気供給ラインと、の空気の流れやすさのバランスを調整する制御装置と、を有することを特徴とする。

[0009] 従って、燃料電池での圧縮空気の流れやすさに基づいて、第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、のバランスを調整することができる。これにより、燃料電池の変動の影響で燃料電池に供給する圧縮空気が変動することを抑制することができ、燃料電池に供給する圧縮空気の圧力を安定させることができる。

[0010] 本発明の発電システムでは、前記調整部は、前記第１圧縮空気供給ラインに配置された、前記第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整する機構を含むことを特徴とする。

[0011] 従って、第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整することで、燃料電池に供給する圧縮空気と燃焼器に供給する圧縮空気とのバランスを好適に調整することができる。

[0012] 本発明の発電システムでは、前記調整部は、前記第１圧縮空気供給ラインに配置された、開度を調整可能な制御弁を含むことを特徴とする。

[0013] 従って、制御弁の開度を調整して、第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整することで、燃料電池に供給する圧縮空気と燃焼器に供給する圧縮空気とのバランスを好適に調整することができる。

[0014] 本発明の発電システムでは、前記調整部は、第１圧縮空気供給ラインに配置された、主配管と、前記主配管をバイパスする少なくとも１本の分岐管と、前記分岐管に配置された開閉弁と、を含むことを特徴とする。

[0015] 従って、開いている開閉弁の数（閉じている開閉弁の数）を調整して、第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整することで、燃料電池に供給する圧縮空気と燃焼器に供給する圧縮空気とのバランスを好適に調整することができる。

[0016] 本発明の発電システムでは、前記制御装置は、前記燃料電池に圧縮空気が流れにくくなった場合、前記第１圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れやすくすることを特徴とする。

[0017] 従って、圧縮空気の流れやすさの変動に合わせて、第２圧縮空気供給ラインから燃料電池に供給される圧縮空気を減少させることを抑制でき、燃料電池に供給する圧縮空気の圧力を安定させることができる。

[0018] 本発明の発電システムでは、前記調整部は、前記第２圧縮空気供給ラインに配置された、前記第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整する機構を含むことを特徴とする。

[0019] 従って、第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整すること

で、燃料電池に供給する圧縮空気と燃焼器に供給する圧縮空気とのバランスを好適に調整することができる。

[0020] 本発明の発電システムでは、前記調整部は、前記第２圧縮空気供給ラインに配置された、開度を調整可能な制御弁を含むことを特徴とする。

[0021] 従って、制御弁の開度を調整して、第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整することで、燃料電池に供給する圧縮空気と燃焼器に供給する圧縮空気とのバランスを好適に調整することができる。

[0022] 本発明の発電システムでは、前記制御装置は、前記燃料電池に圧縮空気が流れにくくなった場合、前記第２圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れやすくすることを特徴とする。

[0023] 従って、圧縮空気の流れやすさの変動に合わせて、燃料電池に供給する圧縮空気が減少することを抑制できる。これにより、第２圧縮空気供給ラインから燃料電池に供給される圧縮空気が減少することを抑制でき、燃料電池に供給する圧縮空気の圧力を安定させることができる。

[0024] 本発明の発電システムでは、前記制御装置は、前記燃料電池と前記ガスタービンの圧縮空気の流通経路を遮断すると判定した場合、前記調整部によって、前記第２圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れにくくしつつ、前記第１圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れやすくする制御を繰り返し、前記第２圧縮空気供給ラインを閉鎖させることを特徴とする。

[0025] 従って、前記燃料電池と前記ガスタービンの圧縮空気の流通経路を遮断する際に、燃焼室に供給する圧縮空気の量が変動することを抑制できる。

[0026] 本発明の発電システムでは、前記検出部は、前記第１圧縮空気供給ラインを流れる圧縮空気の圧力を検出する第１圧力検出部と、前記圧縮空気循環ラインを流れる圧縮空気の圧力を検出する第２圧力検出部と、を含み、前記第１圧力検出部で検出した結果と、前記第２圧力検出部で検出した結果とに基づいて、前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさを検出することを特徴とする。

[0027] 従って、簡単な検出機構で圧縮空気の流れやすさを検出することができる

。

[0028] また、本発明の発電システムの運転方法では、燃料電池と、圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、前記圧縮機から前記燃焼器に圧縮空気を供給する第１圧縮空気供給ラインと、前記圧縮機から前記燃料電池に圧縮空気を供給する第２圧縮空気供給ラインと、前記燃料電池から前記燃焼器に排空気を供給する圧縮空気循環ラインと、を有する発電システムの運転方法であって、前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさを検出する工程と、前記検出部で検出した前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさの変動に基づいて、前記調整部によって前記第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、前記第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整する工程、を有することを特徴とする。

[0029] 燃料電池での圧縮空気の流れやすさに基づいて、第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、のバランスを調整することで、燃料電池の変動の影響で燃料電池に供給する圧縮空気が変動することを抑制することができる。これにより、燃料電池に供給する圧縮空気の圧力を安定させることができる。

発明の効果

[0030] 本発明の発電システム及び発電システムの運転方法によれば、燃料電池での圧縮空気の流れやすさに基づいて、第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整することで、燃料電池に供給する圧縮空気の圧力が変動することを抑制することができる。これにより、燃料電池に供給する圧縮空気の圧力を安定させることができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]図１は、本実施例の発電システムを表す概略構成図である。

[図2]図２は、本発明の一実施例に係る発電システムにおけるガスタービンとＳＯＦＣと配管系統とを示す概略図である。

[図3]図３は、本実施例の発電システムの駆動動作の一例を示すフローチャー

トである。

[図4]図４は、本実施例の発電システムの駆動動作の一例を示すフローチャートである。

[図5]図５は、ガスタービンとＳＯＦＣと配管系統との他の例を示す概略図である。

[図6]図６は、発電システムの駆動動作の一例を示すフローチャートである。

[図7]図７は、ガスタービンとＳＯＦＣと配管系統との他の例を示す概略図である。

[図8]図８は、発電システムの駆動動作の一例を示すフローチャートである。

[図9]図９は、第１圧縮空気供給ラインの他の例を示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下に添付図面を参照して、本発明に係る発電システム及び発電システムの運転方法の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせて構成するものも含むものである。

実施例

[0033] 本実施例の発電システムは、固体酸化物形燃料電池（以下、ＳＯＦＣと称する。）とガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたトリプルコンバインドサイクル（Ｔｒｉｐｌｅ　Ｃｏｍｂｉｎｅｄ　Ｃｙｃｌｅ：登録商標）である。このトリプルコンバインドサイクルは、ガスタービンコンバインドサイクル発電（ＧＴＣＣ）の上流側にＳＯＦＣを設置することにより、ＳＯＦＣ、ガスタービン、蒸気タービンの３段階で発電することができるため、極めて高い発電効率を実現することができる。なお、以下の説明では、本発明の燃料電池として固体酸化物形燃料電池を適用して説明するが、この形式の燃料電池に限定されるものではない。

[0034] 図１は、本実施例の発電システムを表す概略構成図である。本実施例において、図１に示すように、発電システム１０は、ガスタービン１１及び発電機１２と、ＳＯＦＣ１３と、蒸気タービン１４及び発電機１５とを有してい

る。この発電システム１０は、ガスタービン１１による発電と、ＳＯＦＣ１３による発電と、蒸気タービン１４による発電とを組み合わせることで、高い発電効率を得るように構成したものである。また、発電システム１０は、制御装置６２を備えている。制御装置６２は、入力された設定、入力された指示及び検出部で検出した結果等に基づいて、発電システム１０の各部の動作を制御する。

[0035] ガスタービン１１は、圧縮機２１、燃焼器２２、タービン２３を有しており、圧縮機２１とタービン２３は、回転軸２４により一体回転可能に連結されている。圧縮機２１は、空気取り込みライン２５から取り込んだ空気Ａを圧縮する。燃焼器２２は、圧縮機２１から第１圧縮空気供給ライン２６を通して供給された圧縮空気Ａ１と、第１燃料ガス供給ライン２７から供給された燃料ガスＬ１とを混合して燃焼する。タービン２３は、燃焼器２２から排ガス供給ライン２８を通して供給された燃焼ガスＧ１により回転する。なお、図示しないが、タービン２３は、圧縮機２１で圧縮された圧縮空気Ａ１が車室を通して供給され、この圧縮空気Ａ１を冷却空気として翼などを冷却する。発電機１２は、タービン２３と同軸上に設けられており、タービン２３が回転することで発電することができる。なお、ここでは、燃焼器２２に供給する燃料ガスＬ１として、例えば、液化天然ガス（ＬＮＧ）を用いている。

[0036] ＳＯＦＣ１３は、還元剤としての高温の燃料ガスと酸化剤としての高温の空気（酸化性ガス）が供給されることで、所定の作動温度にて反応して発電を行うものである。このＳＯＦＣ１３は、圧力容器内に空気極と固体電解質と燃料極が収容されて構成される。空気極に圧縮機２１で圧縮された一部の圧縮空気Ａ２が供給され、燃料極に燃料ガスＬ２が供給されることで発電を行う。なお、ここでは、ＳＯＦＣ１３に供給する燃料ガスＬ２として、例えば、液化天然ガス（ＬＮＧ）、水素（H_2）及び一酸化炭素（ＣＯ）、メタン（CH_4）などの炭化水素ガス、石炭など炭素質原料のガス化設備により製造したガスを用いている。また、ＳＯＦＣ１３に供給される酸化性ガスは、酸

素を略１５％～３０％含むガスであり、代表的には空気が好適であるが、空気以外にも燃焼排ガスと空気の混合ガスや、酸素と空気の混合ガスなどが使用可能である（以下、ＳＯＦＣ１３に供給される酸化性ガスを空気という）。

[0037] このＳＯＦＣ１３は、第１圧縮空気供給ライン２６から分岐した第２圧縮空気供給ライン３１が連結され、圧縮機２１が圧縮した一部の圧縮空気Ａ２を空気極の導入部に供給することができる。この第２圧縮空気供給ライン３１は、供給する空気量を調整可能な制御弁３２と、圧縮空気Ａ２を昇圧可能なブロワ（昇圧機）３３とが圧縮空気Ａ２の流れ方向に沿って設けられている。制御弁３２は、第２圧縮空気供給ライン３１における圧縮空気Ａ２の流れ方向の上流側に設けられ、ブロワ３３は、制御弁３２の下流側に設けられている。ＳＯＦＣ１３は、空気極で用いられた圧縮空気Ａ３（排空気）を排出する排空気ライン３４が連結されている。この排空気ライン３４は、空気極で用いられた圧縮空気Ａ３を外部に排出する排出ライン３５と、燃焼器２２に連結される圧縮空気循環ライン３６とに分岐される。排出ライン３５は、排出する空気量を調整可能な制御弁３７が設けられ、圧縮空気循環ライン３６は、循環する空気量を調整可能な制御弁３８が設けられている。

[0038] また、ＳＯＦＣ１３は、燃料ガスＬ２を燃料極の導入部に供給する第２燃料ガス供給ライン４１が設けられている。第２燃料ガス供給ライン４１は、供給する燃料ガス量を調整可能な制御弁４２が設けられている。ＳＯＦＣ１３は、燃料極で用いられた排燃料ガスＬ３を排出する排燃料ライン４３が連結されている。この排燃料ライン４３は、外部に排出する排出ライン４４と、燃焼器２２に連結される排燃料ガス供給ライン４５とに分岐される。排出ライン４４は、排出する燃料ガス量を調整可能な制御弁４６が設けられ、排燃料ガス供給ライン４５は、供給する燃料ガス量を調整可能な制御弁４７と、排燃料ガスＬ３を昇圧可能なブロワ４８が排燃料ガスＬ３の流れ方向に沿って設けられている。制御弁４７は、排燃料ガス供給ライン４５における排燃料ガスＬ３の流れ方向の上流側に設けられ、ブロワ４８は、制御弁４７の

下流側に設けられている。

[0039] また、ＳＯＦＣ１３は、排燃料ライン４３と第２燃料ガス供給ライン４１とを連結する燃料ガス再循環ライン４９が設けられている。燃料ガス再循環ライン４９には、排燃料ライン４３の排燃料ガスＬ３を第２燃料ガス供給ライン４１に再循環させる再循環ブロワ５０が設けられている。

[0040] 蒸気タービン１４は、排熱回収ボイラ（ＨＲＳＧ）５１で生成された蒸気によりタービン５２が回転するものである。蒸気タービン１４（タービン５２）は、排熱回収ボイラ５１との間に蒸気供給ライン５４と給水ライン５５が設けられている。そして、給水ライン５５は、復水器５６と給水ポンプ５７が設けられている。排熱回収ボイラ５１は、ガスタービン１１（タービン２３）からの排ガスライン５３が連結されており、排ガスライン５３から供給される高温の排ガスＧ２と給水ライン５５から供給される水との間で熱交換を行うことで、蒸気Ｓを生成する。発電機１５は、タービン５２と同軸上に設けられており、タービン５２が回転することで発電することができる。なお、排熱回収ボイラ５１で熱が回収された排ガスＧ２は、有害物質を除去されてから大気へ放出される。

[0041] ここで、本実施例の発電システム１０の作動について説明する。発電システム１０を起動する場合、ガスタービン１１、蒸気タービン１４、ＳＯＦＣ１３の順に起動する。

[0042] まず、ガスタービン１１にて、圧縮機２１が空気Ａを圧縮し、燃焼器２２が圧縮空気Ａ１と燃料ガスＬ１とを混合して燃焼し、タービン２３が燃焼ガスＧ１により回転することで、発電機１２が発電を開始する。次に、蒸気タービン１４にて、排熱回収ボイラ５１により生成された蒸気Ｓによりタービン５２が回転し、これにより発電機１５が発電を開始する。

[0043] 続いて、ＳＯＦＣ１３を起動させるために、圧縮機２１から圧縮空気Ａ２を供給してＳＯＦＣ１３の加圧を開始すると共に加熱を開始する。排出ライン３５の制御弁３７と圧縮空気循環ライン３６の制御弁３８を閉止し、第２圧縮空気供給ライン３１のブロワ３３を停止した状態で、制御弁３２を所定

開度だけ開放する。すると、圧縮機２１で圧縮した一部の圧縮空気Ａ２が第２圧縮空気供給ライン３１からＳＯＦＣ１３側へ供給される。これにより、ＳＯＦＣ１３の空気極側は、圧縮空気Ａ２が供給されることで圧力が上昇する。

[0044] 一方、ＳＯＦＣ１３の燃料極側では、燃料ガスＬ２を供給して加圧を開始する。排出ライン４４の制御弁４６と排燃料ガス供給ライン４５の制御弁４７を閉止し、ブロワ４８を停止した状態で、第２燃料ガス供給ライン４１の制御弁４２を開放すると共に、燃料ガス再循環ライン４９の再循環ブロワ５０を駆動する。すると、燃料ガスＬ２が第２燃料ガス供給ライン４１からＳＯＦＣ１３へ供給されると共に、排燃料ガスＬ３が燃料ガス再循環ライン４９により再循環される。これにより、ＳＯＦＣ１３の燃料極側は、燃料ガスＬ２が供給されることで圧力が上昇する。

[0045] そして、ＳＯＦＣ１３の空気極側の圧力が圧縮機２１の出口圧力になると、制御弁３２を全開にすると共に、ブロワ３３を駆動する。それと同時に制御弁３７を開放してＳＯＦＣ１３からの圧縮空気Ａ３を排出ライン３５から排出する。すると、圧縮空気Ａ２がブロワ３３によりＳＯＦＣ１３側へ供給される。それと同時に制御弁４６を開放してＳＯＦＣ１３からの排燃料ガスＬ３を排出ライン４４から排出する。そして、ＳＯＦＣ１３における空気極側の圧力と燃料極側の圧力が目標圧力に到達すると、ＳＯＦＣ１３の加圧が完了する。

[0046] その後、ＳＯＦＣ１３の反応（発電）が安定し、圧縮空気Ａ３と排燃料ガスＬ３の成分が安定したら、制御弁３７を閉止する一方、制御弁３８を開放する。すると、ＳＯＦＣ１３からの圧縮空気Ａ３が圧縮空気循環ライン３６から燃焼器２２に供給される。また、制御弁４６を閉止する一方、制御弁４７を開放してブロワ４８を駆動する。すると、ＳＯＦＣ１３からの排燃料ガスＬ３が排燃料ガス供給ライン４５から燃焼器２２に供給される。このとき、第１燃料ガス供給ライン２７から燃焼器２２に供給される燃料ガスＬ１を減量する。

[0047] ここで、ガスタービン１１の駆動による発電機１２での発電、ＳＯＦＣ１３での発電、蒸気タービン１４の駆動により発電機１５での発電が全て行われることとなり、発電システム１０が定常運転となる。

[0048] 図２は、本発明の一実施例に係る発電システムにおけるガスタービンとＳＯＦＣと配管系統とを示す概略図である。ところで、一般的な発電システムでは、圧縮機２１から排出される圧縮空気をＳＯＦＣ１３と燃焼器２２の両方に供給する。また、圧縮機２１から排出される圧縮空気は、冷却空気供給ライン７２を用いてタービン２３に供給され、タービン２３を冷却する空気としても利用される。

[0049] ここで、発電システムは、燃料電池とガスタービンとの駆動状態が変動するなど種々の理由によって、ＳＯＦＣ１３の空気の流れやすさが変動する。ＳＯＦＣ１３の空気の流れやすさが変動すると、圧縮機２１から排出される圧縮空気のうち、ＳＯＦＣ１３に供給される圧縮空気Ａ２の割合と燃焼器２２に供給される圧縮空気Ａ１の割合との関係が変動してしまい、ＳＯＦＣ１３に供給される圧縮空気Ａ２の圧力が変動してしまう。

[0050] そこで、本実施例の発電システム１０では、図２に示すように、第２圧縮空気供給ライン３１の圧縮空気Ａ２の流れやすさを調整する制御弁３７と、第１圧縮空気供給ライン２６の圧縮空気Ａ１の流れやすさを調整するバイパス制御弁（制御弁）７０と、圧力検出部８０、８２、８４、８６とを設ける。圧力検出部８０、８２、８４、８６は、本実施形態のＳＯＦＣ１３の圧縮空気の流れやすさを検出する検出部となる。発電システム１０の制御装置（制御部）６２は、圧力検出部８０、８２、８４、８６の検出結果に基づいて、制御弁３７及びバイパス制御弁７０を駆動する。

[0051] 発電システム１０は、圧力検出部８２により検出された圧縮空気Ａ２の圧力と圧力検出部８４により検出された圧縮空気Ａ３の圧力との差に基づいて、ＳＯＦＣ１３の圧縮空気の流れやすさを検出し、その検出結果に基づいて、制御弁３７とバイパス制御弁７０の開度を制御する。この制御により、第１圧縮空気供給ライン２６の圧縮空気Ａ１の流れやすさと第２圧縮空気供給

ライン３１の圧縮空気Ａ２の流れやすさとのバランスを調整することができる。これにより、ＳＯＦＣ１３に供給する圧縮空気Ａ２の圧力を安定させることができる。

[0052] 詳細に説明すると、図２に示すように、バイパス制御弁７０は、第１圧縮空気供給ライン２６に設置されている。バイパス制御弁７０は、開閉を切り換えることで、第１圧縮空気供給ライン２６に圧縮空気Ａ１の流通を切り換え、開度を調整することで、第１圧縮空気供給ライン２６を流れる圧縮空気Ａ１の流れやすさ、流量及びバイパス制御弁７０の上流と下流との圧力差を制御する。また、制御弁３７は、上述したように第２圧縮空気供給ライン３１に設置され、開閉や開度を調整することで、バイパス制御弁７０と同様の調整を第２圧縮空気供給ライン３１に行うことができる。

[0053] 圧力検出部８０は、圧縮機２１から圧縮空気が排出されるラインに設けられている。具体的には、第１圧縮空気供給ライン２６と第２圧縮空気供給ライン３１に分岐する前のラインに設けられている。圧力検出部８０は、圧縮機２１から排出される圧縮空気の圧力を検出する。圧力検出部８２は、第２圧縮空気供給ライン３１の制御弁３７よりも下流側かつＳＯＦＣ１３よりも上流側に配置されている。圧力検出部８２は、ＳＯＦＣ１３に供給される圧縮空気Ａ２の圧力を検出する。圧力検出部８４は、圧縮空気循環ライン３６のＳＯＦＣ１３よりも下流側かつ制御弁３８よりも上流側に配置されている。圧力検出部８４は、ＳＯＦＣ１３から排出される圧縮空気Ａ３の圧力を検出する。圧力検出部８６は、第１圧縮空気供給ライン２６のバイパス制御弁７０よりも下流側かつ圧縮空気循環ライン３６の連結部分よりも上流側に配置されている。圧力検出部８６は、バイパス制御弁７０を通過した後の圧縮空気Ａ１の圧力を検出する。

[0054] 制御装置６２は、制御弁３７及びバイパス制御弁７０の少なくとも一方の開度を調整可能である。そのため、制御装置６２は、第１圧縮空気供給ライン２６及び第２圧縮空気供給ライン３１の少なくとも一方の圧縮空気の流れやすさを調整することができる。これにより、第１圧縮空気供給ライン２６

の圧縮空気Ａ１の流れやすさと第２圧縮空気供給ライン３１の圧縮空気Ａ２の流れやすさとのバランスを調整することができる。

[0055] 以下、図３を用いて、上述した本実施例の発電システム１０の駆動方法について説明する。図３は、本実施例の発電システムの駆動動作の一例を示すフローチャートである。図３に示す駆動動作は、制御装置（制御部）６２が各部の検出結果に基づいて、演算処理を実行することで実現することができる。なお、制御装置６２は、図３に示す処理を繰り返し実行する。

[0056] まず、制御装置６２は、ＳＯＦＣ１３の圧縮空気の流れやすさを検出する（ステップＳ１２）。具体的には、少なくとも圧力検出部８２と圧力検出部８４の検出結果に基づいて、ＳＯＦＣ１３における圧力損失を検出し、その結果に基づいてＳＯＦＣ１３での圧縮空気の流れやすさを検出する。より好ましくは、圧力検出部８０と圧力検出部８４の結果を加味して、発電システム１０の空気側の経路での圧力のバランスや、各部の流路抵抗等を用いて演算することで、ＳＯＦＣ１３での圧縮空気の流れやすさを検出する。

[0057] 制御装置６２は、ＳＯＦＣ１３での圧縮空気の流れやすさを検出すると、流れやすさに変動があるかを判定する（ステップＳ１４）。例えば、制御装置６２は、前回調整を行った場合の流れやすさとの差が、設定した閾値を超えている場合、変動ありと判定する。制御装置６２は、変動がない（ステップＳ１４でＮｏ）と判定した場合、本処理を終了する。

[0058] 制御装置６２は、変動がある（ステップＳ１４でＹｅｓ）と判定した場合、バイパス制御弁７０の開度を変更する制御をし（ステップＳ１６）、本処理を終了する。ここで、制御装置６２は、ＳＯＦＣ１３において圧縮空気が流れやすくなったと判定した場合、バイパス制御弁７０の開度を減少させる制御をし、ＳＯＦＣ１３において圧縮空気が流れにくくなったと判定した場合、バイパス制御弁７０の開度を増大させる制御をする。このように、発電システム１０は、ＳＯＦＣ１３における圧縮空気の流れやすさに基づいてバイパス制御弁７０の開度を調整することで、ＳＯＦＣ１３に供給する圧縮空気Ａ２の圧力変動を抑制し、ＳＯＦＣ１３の空気極側の圧力変動を抑制する

ことができる。このため、ＳＯＦＣ１３の空気極と燃料極の圧力バランスを一定に保つことができる。

[0059] また、発電システム１０内で圧力のバランスが変動してしまうと、燃焼器２２に供給する圧縮空気の量や圧力が変動してしまう恐れがある。燃焼器２２に供給する圧縮空気が変動してしまうと、燃焼器２２での燃料ガスの燃焼が不安定となる。発電システム１０は、ＳＯＦＣ１３の圧縮空気の流れやすさの変動に合わせて、バイパス制御弁７０の開度を調整することで、ＳＯＦＣ１３に供給される圧縮空気Ａ２と燃料器２２に供給される圧縮空気Ａ１のバランスが変動することを抑制できる。これにより、発電システム１０は、燃焼器２２に供給する圧縮空気Ａ１の量や圧力の変動も抑制することができる。

[0060] 次に、図４を用いて、発電システム１０の駆動方法の他の例について説明する。図４は、本実施例の発電システムの駆動動作の他の例を示すフローチャートである。図４に示す駆動動作は、制御装置（制御部）６２が各部の検出結果に基づいて、演算処理を実行することで実現することができる。制御装置（制御部）６２は、ＳＯＦＣ１３またはガスタービン１１で異常を検出し、ＳＯＦＣ１３とガスタービン１１との間での排燃料ガス、圧縮空気の流通を停止する際に図４に示す処理を実行する。

[0061] まず、制御装置６２は、ＳＯＦＣ１３またはガスタービン１１で異常を検出すると（ステップＳ２０）、第２圧縮空気供給ライン３１の制御弁３２と圧縮空気循環ライン３６の制御弁３８の開度を減少させる制御をし（ステップＳ２２）、バイパス制御弁７０の開度を増大させる制御をする（ステップＳ２４）。次に、制御装置６２は、第２圧縮空気供給ライン３１の制御弁３２と圧縮空気循環ライン３６の制御弁３８の閉鎖が完了したかを判定する（ステップＳ２６）。制御装置６２は、閉鎖が完了していない（ステップＳ２６でＮｏ）と判定した場合、ステップＳ２２に戻り、閉鎖が完了した（ステップＳ２６でＹｅｓ）と判定した場合、本処理を終了する。

[0062] このように、発電システム１０は、ＳＯＦＣ１３またはガスタービン１１

で異常が発生すると、第２圧縮空気供給ライン３１の制御弁３２と圧縮空気循環ライン３６の制御弁３８を閉鎖し、ＳＯＦＣ１３への圧縮空気Ａ２の供給とＳＯＦＣ１３から圧縮空気（排空気）Ａ３の排出を停止させる。したがって、ＳＯＦＣ１３をガスタービン１１から隔離することができ、ＳＯＦＣ１３の空気極側の圧力変動を抑制することができる。このため、ＳＯＦＣ１３の空気極と燃料極の圧力バランスを一定に保つことができる。

[0063] ここで、発電システム１０は、各ラインの圧力を圧力検出部で検出し、検出した圧力（圧力差）に基づいて圧縮空気の流れやすさを検出したが、これに限定されない。

[0064] 図５は、ガスタービンとＳＯＦＣと配管系統との他の例を示す概略図である。図５に示す発電システム１０ａは、ＳＯＦＣ１１３が、複数の単位ＳＯＦＣユニット１２０を備えている。複数の単位ＳＯＦＣユニット１２０は、並列に配置されており、それぞれ第２圧縮空気供給ライン３１から圧縮空気Ａ２が供給され、圧縮空気循環ライン３６に圧縮空気Ａ３を排出する。

[0065] 単位ＳＯＦＣユニット１２０は、上流分岐管１２１と単位ＳＯＦＣ１２２と下流分岐管１２４と、制御弁１２６、１２８と、を備える。上流分岐管１２１は、一方の端部が第２圧縮空気供給ライン３１に接続され、他方の端部が単位ＳＯＦＣ１２２に接続されている。単位ＳＯＦＣ１２２は、上述したＳＯＦＣ１３と同様の構成であり、還元剤としての高温の燃料ガスと酸化剤としての高温の空気（酸化性ガス）が供給されることで、所定の作動温度にて反応して発電を行うものである。この単位ＳＯＦＣ１２２は、圧力容器内に空気極と固体電解質と燃料極が収容されて構成される。単位ＳＯＦＣ１２２は、上流分岐管１２１から圧縮空気Ａ２が供給される。下流分岐管１２４は、一方の端部が単位ＳＯＦＣ１２２に接続され、他方の端部が圧縮空気循環ライン３６に接続される。単位ＳＯＦＣユニット１２０は、第２圧縮空気供給ライン３１から上流分岐管１２１を通過して単位ＳＯＦＣ１２２に圧縮空気Ａ２が供給される。また、単位ＳＯＦＣユニット１２０は、単位ＳＯＦＣ１２２から下流分岐管１２４を通過して、圧縮空気循環ライン３６に圧縮

空気Ａ３が排出される。

[0066] 制御弁１２６は、上流分岐管１２１に配置されている。制御弁１２６は、上述した各制御弁と同様に、開閉及び開度を調整することで、上流分岐管１２１を流れる圧縮空気Ａ２を調整する。制御弁１２８は、下流分岐管１２４に配置されている。制御弁１２８は、上述した制御弁と同様に、開閉及び開度を調整することで、下流分岐管１２４を流れる圧縮空気Ａ３を調整する。

[0067] 単位ＳＯＦＣユニット１２０は、以上のような構成であり、制御弁１２６、１２８を閉じることで、１つの単位ＳＯＦＣユニット１２０を圧縮空気が流れる経路から隔離することができる。これにより、ＳＯＦＣ１１３は、単位ＳＯＦＣユニット１２０毎に、駆動と停止を切り換えることができ、他の単位ＳＯＦＣユニット１２０で発電を行いつつ、１つの単位ＳＯＦＣユニット１２０のみメンテナンスや交換を行うことができる。

[0068] 制御装置６２は、駆動または停止されている単位ＳＯＦＣユニット１２０（単位ＳＯＦＣ１２２）の数や、単位ＳＯＦＣユニット１２０の起動、停止の切り換えの情報をＳＯＦＣ１１３の圧縮空気の流れやすさの情報として取得し、バイパス制御弁７０を制御してもよい。

[0069] 以下、図６を用いて、上述した本実施例の発電システム１０ａの駆動動作の一例を説明する。図６は、発電システム１０ａの駆動動作の一例を示すフローチャートである。制御装置６２は、停止する単位ＳＯＦＣ１２２があるかを判定する（ステップＳ４０）。制御装置６２は、停止する単位ＳＯＦＣ１２２がある（ステップＳ４０でＹｅｓ）と判定した場合、バイパス制御弁７０の開度を増大させる制御をする（ステップＳ４２）。これにより、単位ＳＯＦＣユニット１２０が停止することで、ＳＯＦＣ１１３で利用されなくなった圧縮空気Ａ２を燃焼器２２側に供給することができる。これにより、単位ＳＯＦＣ１２２が停止しても、単位ＳＯＦＣ１２２に供給する圧縮空気Ａ２の圧力変動を抑制し、単位ＳＯＦＣ１２２の空気極側の圧力変動を抑制することができる。

[0070] 制御装置６２は、停止する単位ＳＯＦＣ１２２がない（ステップＳ４０で

Ｎｏ）と判定した場合、または、ステップＳ４２でバイパス制御弁の開度を調整した場合、起動する単位ＳＯＦＣ１２２があるかを判定する（ステップＳ４４）。制御装置６２は、起動する単位ＳＯＦＣ１２２がある（ステップＳ４４でＹｅｓ）と判定した場合、バイパス制御弁７０の開度を減少させる制御をする（ステップＳ４６）。これにより、新たに単位ＳＯＦＣ１２２を起動しても、起動している他の単位ＳＯＦＣ１２２に供給する圧縮空気Ａ２の圧力変動を抑制し、単位ＳＯＦＣ１２２の空気極側の圧力変動を抑制することができる。このため、単位ＳＯＦＣ１２２の空気極と燃料極の圧力バランスを一定に保つことができる。

[0071] 制御装置６２は、起動する単位ＳＯＦＣ１２２がない（ステップＳ４４でＮｏ）と判定した場合、または、ステップＳ４６でバイパス制御弁の開度を調整した場合、本処理を終了する。

[0072] このように、発電システム１０ａは、単位ＳＯＦＣユニット１２０（単位ＳＯＦＣ１２２）の起動、停止の切り換えに応じてバイパス制御弁７０の開度を調整することで、ＳＯＦＣ１１３に供給する圧縮空気Ａ２の圧力が変動することを抑制することができる。また、発電システム１０ａは、単位ＳＯＦＣユニット１２０の制御状態に基づいてバイパス制御弁７０の調整が行えるため、制御が簡単となる。

[0073] なお、上記実施形態では、バイパス制御弁７０の開度を調整したが、本発明はこれに限定されない。発電システムは、ＳＯＦＣ１１３での圧縮空気の流れやすさに基づいて、第２圧縮空気供給ライン３１の制御弁３７の開度を調整することで、第２圧縮空気供給ライン３１からＳＯＦＣ１１３に供給する圧縮空気Ａ２と、第１圧縮空気供給ライン２６から燃焼器２２に供給する圧縮空気Ａ１のバランスを調整してもよい。

[0074] 図７は、ガスタービンとＳＯＦＣと配管系統との他の例を示す概略図である。図７に示す発電システム１０ｂは、第１圧縮空気供給ライン２６にバイパス制御弁７０を設けていない点を除いて、他の構成は、上述した図２に示す発電システム１０と同様である。なお、発電システム１０ｂは、圧力検出

部８６を設けなくてもよい。発電システム１０ｂは、ＳＯＦＣ１３での圧縮空気の流れやすさに基づいて、制御弁３７を調整することで、第２圧縮空気供給ライン３１からＳＯＦＣ１３に供給する圧縮空気Ａ２と、第１圧縮空気供給ライン２６から燃焼器２２に供給する圧縮空気Ａ１のバランスを調整する。これにより、バイパス制御弁７０を設けなくてもバランスを調整することができる。

[0075] 図８は、上述した本実施例の発電システム１０ｂの発電システムの駆動動作の一例を示すフローチャートである。まず、制御装置６２は、ＳＯＦＣ１３での圧縮空気の流れやすさを検出する（ステップＳ５０）。制御装置６２は、ＳＯＦＣ１３での圧縮空気の流れやすさを検出すると、流れやすさに変動があるかを判定する（ステップＳ５２）。制御装置６２は、変動がない（ステップＳ５２でＮｏ）と判定した場合、本処理を終了する。

[0076] 制御装置６２は、変動がある（ステップＳ５２でＹｅｓ）と判定した場合、第２圧縮空気供給ライン３１の制御弁３７の開度を変更する制御をし（ステップＳ５４）、本処理を終了する。ここで、制御装置６２は、ＳＯＦＣ１３において圧縮空気が流れやすくなったと判定した場合、制御弁３７の開度を減少させる制御をし、ＳＯＦＣ１３において圧縮空気が流れにくくなったと判定した場合、制御弁３７の開度を増大させる制御をする。

[0077] このように、発電システム１０ｂは、ＳＯＦＣ１３における圧縮空気の流れやすさに基づいて制御弁３７の開度を調整することでも、ＳＯＦＣ１３に供給する圧縮空気Ａ２の圧力変動を抑制し、ＳＯＦＣ１３の空気極側の圧力変動を抑制することができる。このため、ＳＯＦＣ１３の空気極と燃料極の圧力バランスを一定に保つことができる。

[0078] また、上記実施形態では、いずれも開度を調整できる制御弁を用いて、各ラインでの空気の流れやすさを調整したが、これに限定されない。発電システムは、空気の流れやすさを調整できる機構（調整部）であれば、その原理や構成は特に限定されない。

[0079] 図９は、第１圧縮空気供給ラインの他の例を示す概略構成図である。図９

に示す第１圧縮空気供給ライン２６は、圧縮空気の流れやすさを調整できる機構（調整部）として、主配管１５０と、複数の分岐管１５２と、複数の開閉弁１５４と、を有する。主配管１５０は、第１圧縮空気供給ライン２６の一部に含まれている。主配管１５０は、圧縮機２１から供給された圧縮空気を燃焼器２２に向けて送る。分岐管１５２は、一方の端部が主配管１５０に接続され、他方の端部が主配管１５０に接続された配管である。つまり分岐管１５２は、主配管１５０をバイパスする配管である。複数の分岐管１５２は、並列で形成されている。第１圧縮空気供給ライン２６を流れる圧縮空気Ａ１は、分岐管１５２でバイパスされている範囲の流通時に、主配管１５０及び複数の分岐管１５２の中の１つの配管のみを流れる。分岐管１５２は、それぞれ１つの開閉弁１５４が設置されている。開閉弁１５４は、設置されている分岐管１５２の開閉を切り換える。

[0080] 図９に示す調整部は、開状態の開閉弁１５４の数と閉状態の開閉弁１５４の数の割合を調整することで、第１圧縮空気供給ライン２６の圧縮空気Ａ１の流れやすさを調整することができる。具体的には、開状態の開閉弁１５４の数を多くすることで、圧縮空気Ａ１が流れやすくなり、開状態の開閉弁１５４の数を少なくすることで、圧縮空気Ａ１が流れにくくなる。

符号の説明

[0081] １０、１０ａ、１０ｂ　発電システム
１１　ガスタービン
１２　発電機
１３、１１３　固体酸化物形燃料電池（ＳＯＦＣ）
１４　蒸気タービン
１５　発電機
２１　圧縮機
２２　燃焼器
２３　タービン
２５　空気取り込みライン

２６　第１圧縮空気供給ライン

２７　第１燃料ガス供給ライン

３１　第２圧縮空気供給ライン

３２　制御弁

３３、４８　ブロワ

３４　排空気ライン

３６　圧縮空気循環ライン

３８　制御弁

４１　第２燃料ガス供給ライン

４２　制御弁

４３　排燃料ライン

４４　排出ライン

４５　排燃料ガス供給ライン

４７　制御弁

４９　燃料ガス再循環ライン

５０　再循環ブロワ

５１　排熱回収ボイラ

５２　タービン

５３　排ガスライン

５４　蒸気供給ライン

５５　給水ライン

５６　復水器

５７　給水ポンプ

６２　制御装置（制御部）

７０　バイパス制御弁

７２　冷却空気供給ライン

８０、８２、８４、８６　圧力検出部

１２０　単位ＳＯＦＣユニット

１２１　上流分岐管

１２２　単位ＳＯＦＣ

１２４　下流分岐管

１２６、１２８　制御弁

１５０　主配管

１５２　分岐管

１５４　開閉弁

請求の範囲

[請求項1] 燃料電池と、

圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、

前記圧縮機から前記燃焼器に圧縮空気を供給する第１圧縮空気供給ラインと、

前記圧縮機から前記燃料電池に圧縮空気を供給する第２圧縮空気供給ラインと、

前記燃料電池から前記燃焼器に排空気を供給する圧縮空気循環ラインと、

前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさを検出する検出部と、

前記第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、前記第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整する調整部と、

前記検出部で検出した前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさの変動に基づいて、前記調整部によって前記第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、前記第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整する制御装置と、を有することを特徴とする発電システム。

[請求項2] 前記調整部は、前記第１圧縮空気供給ラインに配置された、前記第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整する機構を含むことを特徴とする請求項１に記載の発電システム。

[請求項3] 前記調整部は、前記第１圧縮空気供給ラインに配置された、開度を調整可能な制御弁を含むことを特徴とする請求項２に記載の発電システム。

[請求項4] 前記調整部は、前記第１圧縮空気供給ラインに配置された、主配管と、前記主配管をバイパスする少なくとも１本の分岐管と、前記分岐管に配置された開閉弁と、を含むことを特徴とする請求項２に記載の発電システム。

[請求項5] 前記制御装置は、前記燃料電池に圧縮空気が流れにくくなった場合、前記第１圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れやすくすることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の発電システム。

[請求項6] 前記調整部は、前記第２圧縮空気供給ラインに配置された、前記第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさを調整する機構を含むことを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の発電システム。

[請求項7] 前記調整部は、前記第２圧縮空気供給ラインに配置された、開度を調整可能な制御弁を含むことを特徴とする請求項６に記載の発電システム。

[請求項8] 前記制御装置は、前記燃料電池に圧縮空気が流れにくくなった場合、前記第２圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れにくくすることを特徴とする請求項１から請求項７のいずれか一項に記載の発電システム。

[請求項9] 前記制御装置は、前記燃料電池と前記ガスタービンの圧縮空気の流通経路を遮断すると判定した場合、前記調整部によって、前記第２圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れにくくしつつ、前記第１圧縮空気供給ラインに圧縮空気を流れやすくする制御を繰り返し、前記第２圧縮空気供給ラインを閉鎖させることを特徴とする請求項１から請求項８のいずれか一項に記載の発電システム。

[請求項10] 前記検出部は、前記第１圧縮空気供給ラインを流れる圧縮空気の圧力を検出する第１圧力検出部と、前記圧縮空気循環ラインを流れる圧縮空気の圧力を検出する第２圧力検出部と、を含み、前記第１圧力検出部で検出した結果と、前記第２圧力検出部で検出した結果とに基づいて、前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさを検出することを特徴とする請求項１から９のいずれか一項に記載の発電システム。

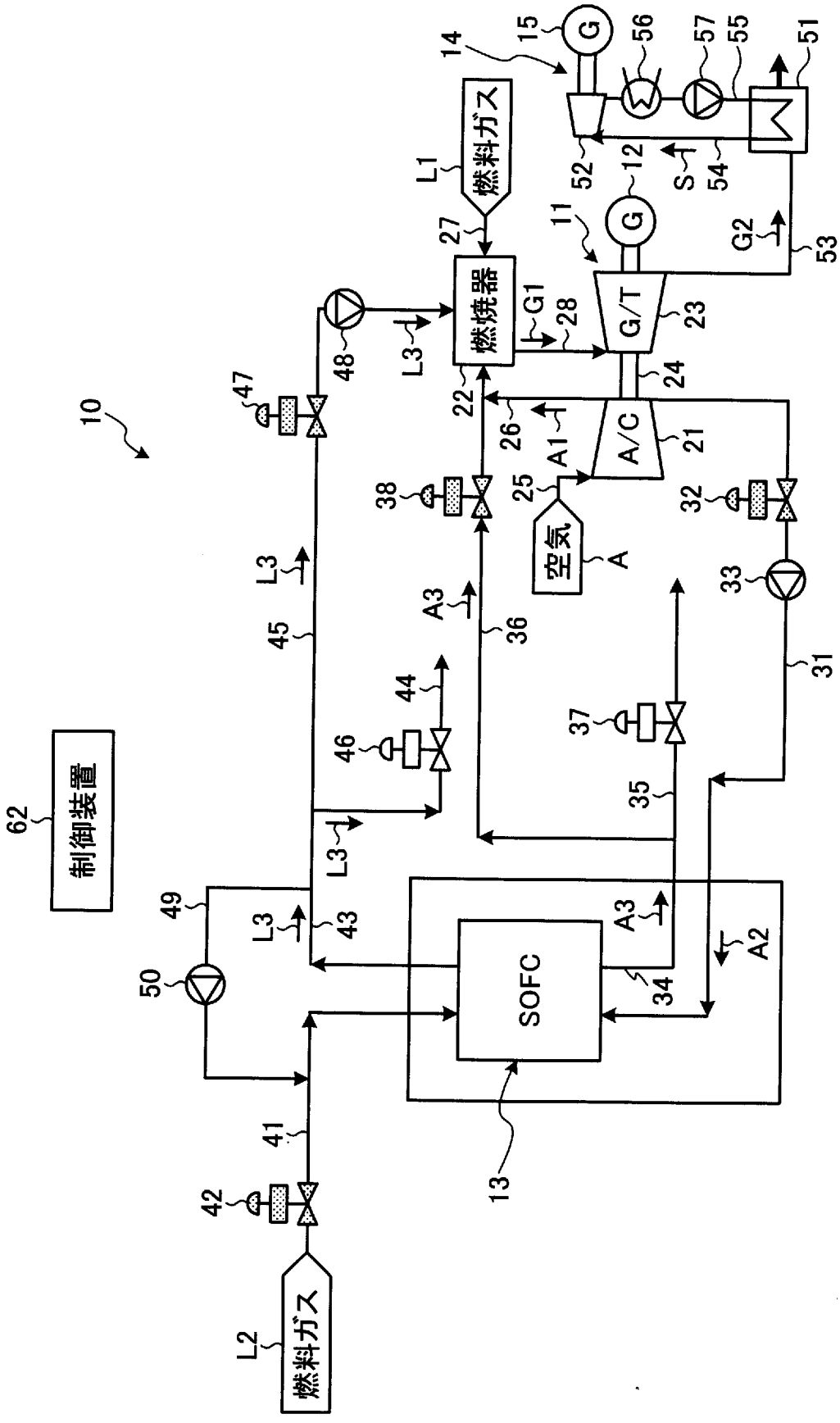
[請求項11] 燃料電池と、圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、前記圧縮機

から前記燃焼器に圧縮空気を供給する第１圧縮空気供給ラインと、前記圧縮機から前記燃料電池に圧縮空気を供給する第２圧縮空気供給ラインと、前記燃料電池から前記燃焼器に排空気を供給する圧縮空気循環ラインと、を有する発電システムの運転方法であって、

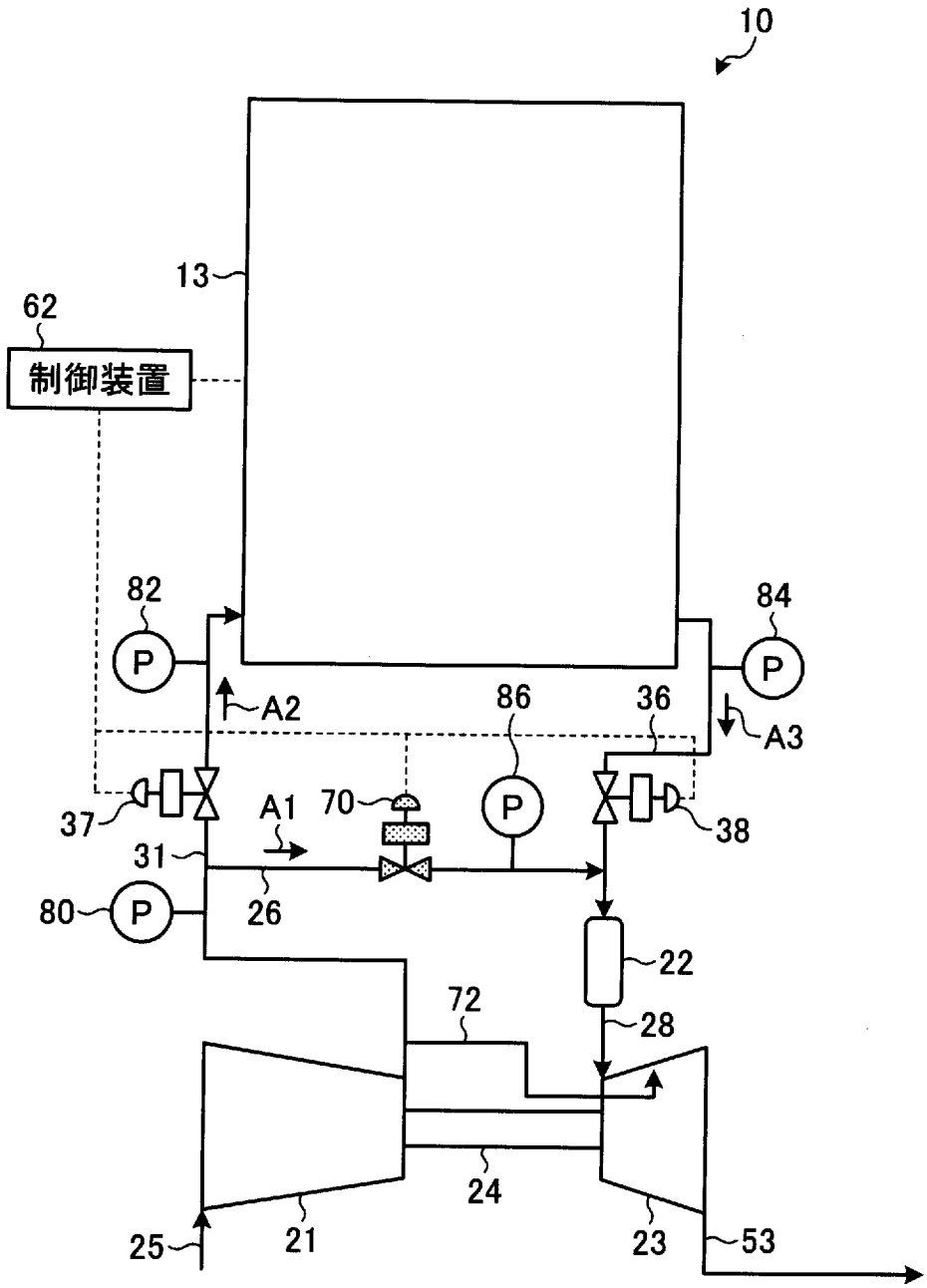
前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさを検出する工程と、

前記検出部で検出した前記燃料電池の圧縮空気の流れやすさの変動に基づいて、前記調整部によって前記第１圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさと、前記第２圧縮空気供給ラインの圧縮空気の流れやすさとのバランスを調整する工程、を有することを特徴とする発電システムの運転方法。

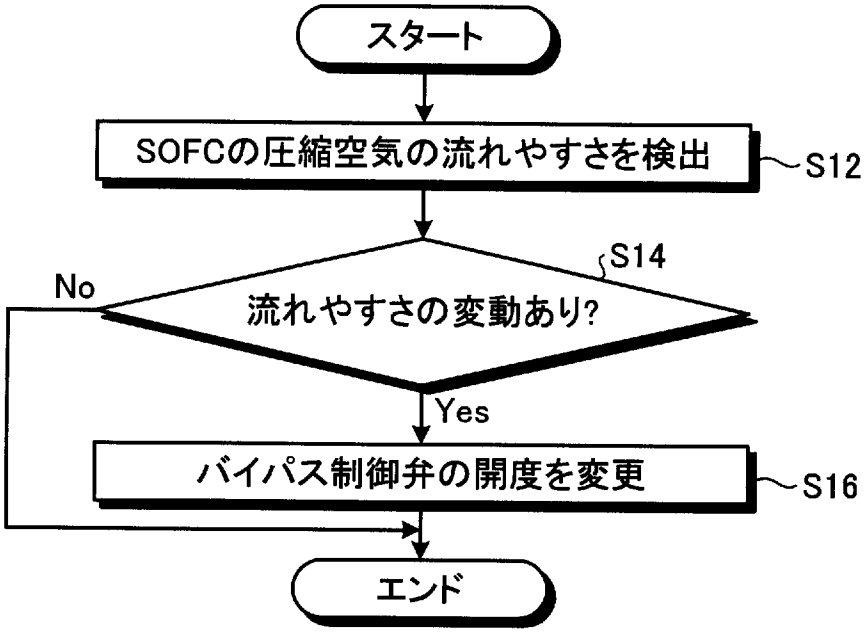
[図1]


10
制御装置
62
燃料ガス
L2
42
41
SOFC
13
34
A2
A3
35
37
31
33
32
空気
A
25
A1
21
A/C
24
23
G/T
G2
53
51
55
57
56
54
S
12
11
G
15
14
燃料ガス
L1
27
燃焼器
G1
28
22
26
38
47
48
L3
45
44
46
49
50
43
36

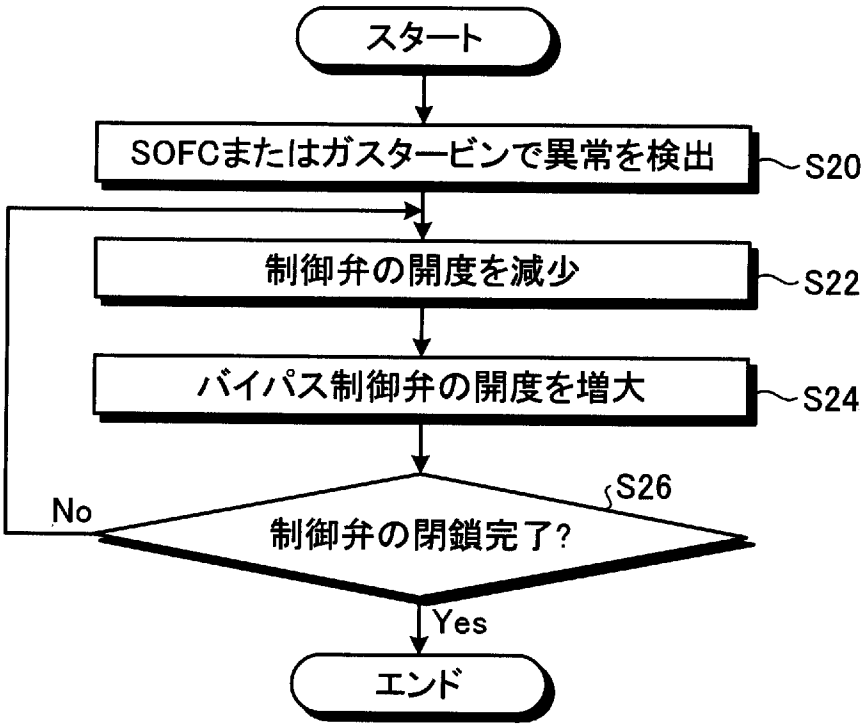
[図2]


10
13
62
制御装置
82
84
P
A2
86
36
A3
37
A1
70
38
31
80
26
22
72
28
24
25
21
23
53

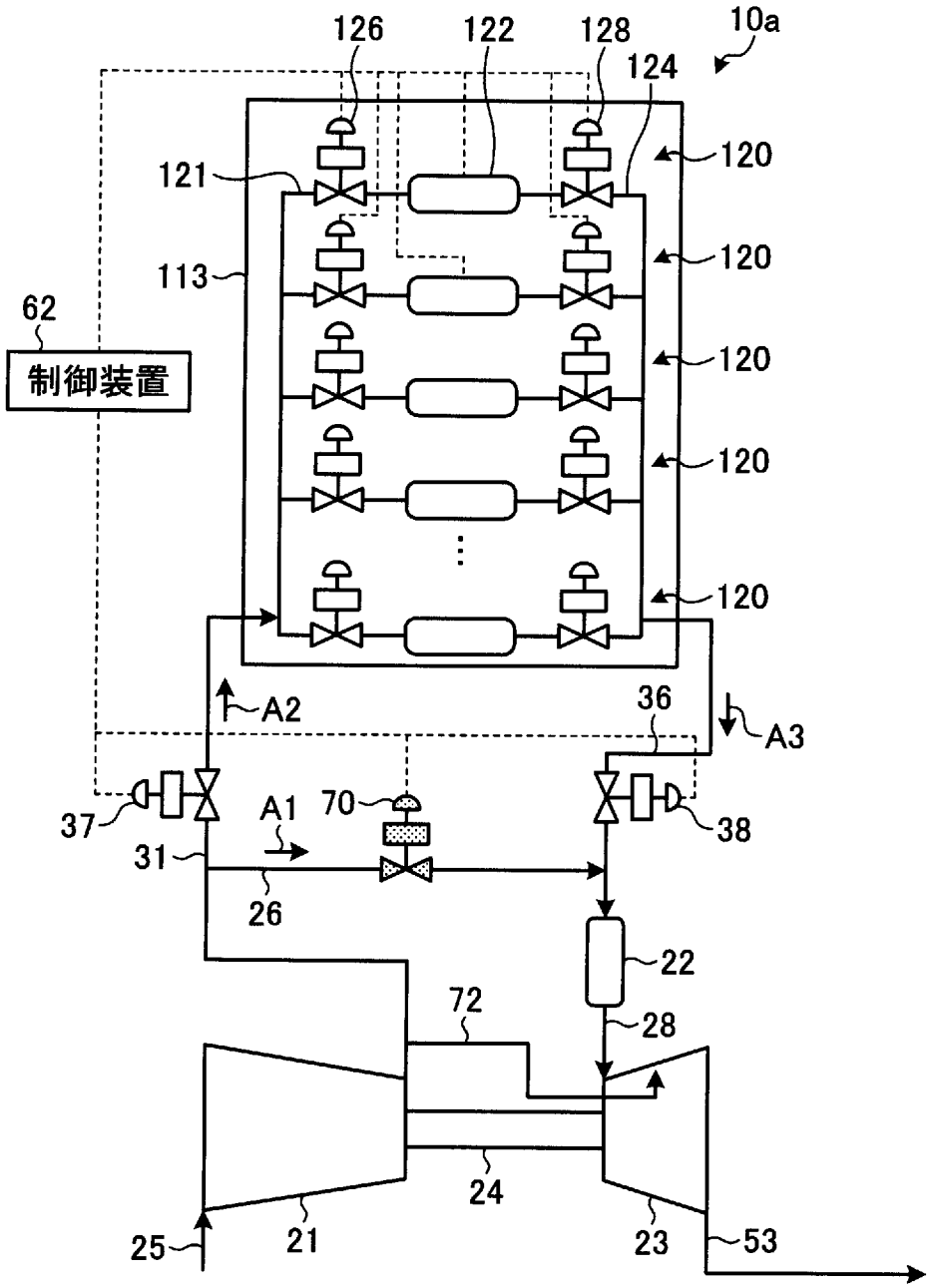
[図3]


スタート
SOFCの圧縮空気の流れやすさを検出
S12
S14
No
流れやすさの変動あり?
Yes
バイパス制御弁の開度を変更
S16
エンド

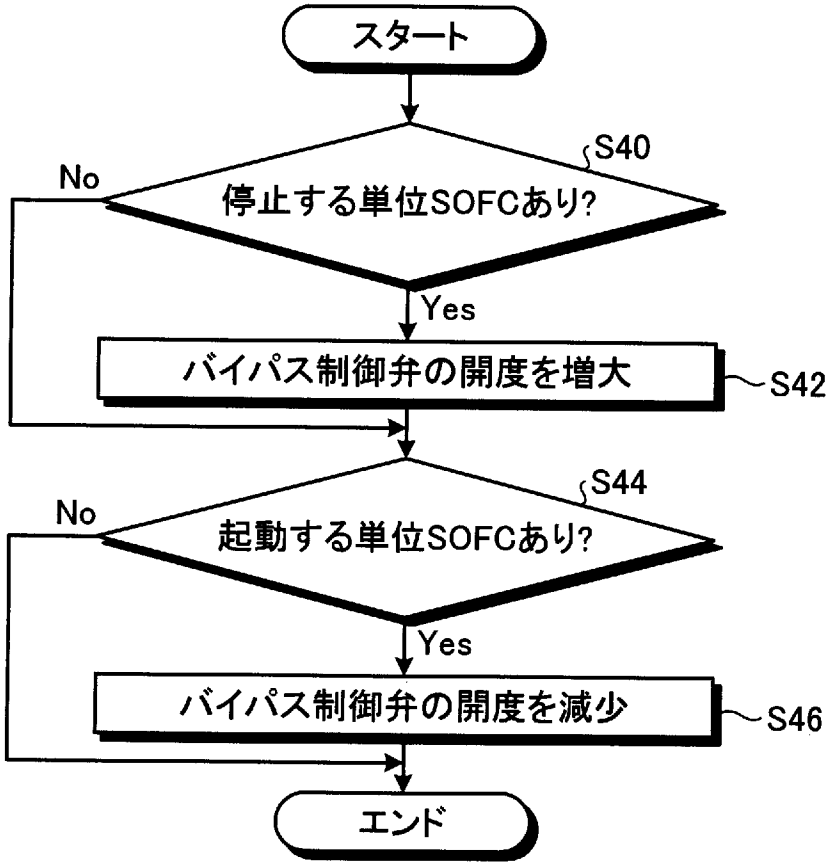
[図4]


スタート
SOFCまたはガスタービンで異常を検出
S20
制御弁の開度を減少
S22
バイパス制御弁の開度を増大
S24
S26
No
制御弁の閉鎖完了?
Yes
エンド

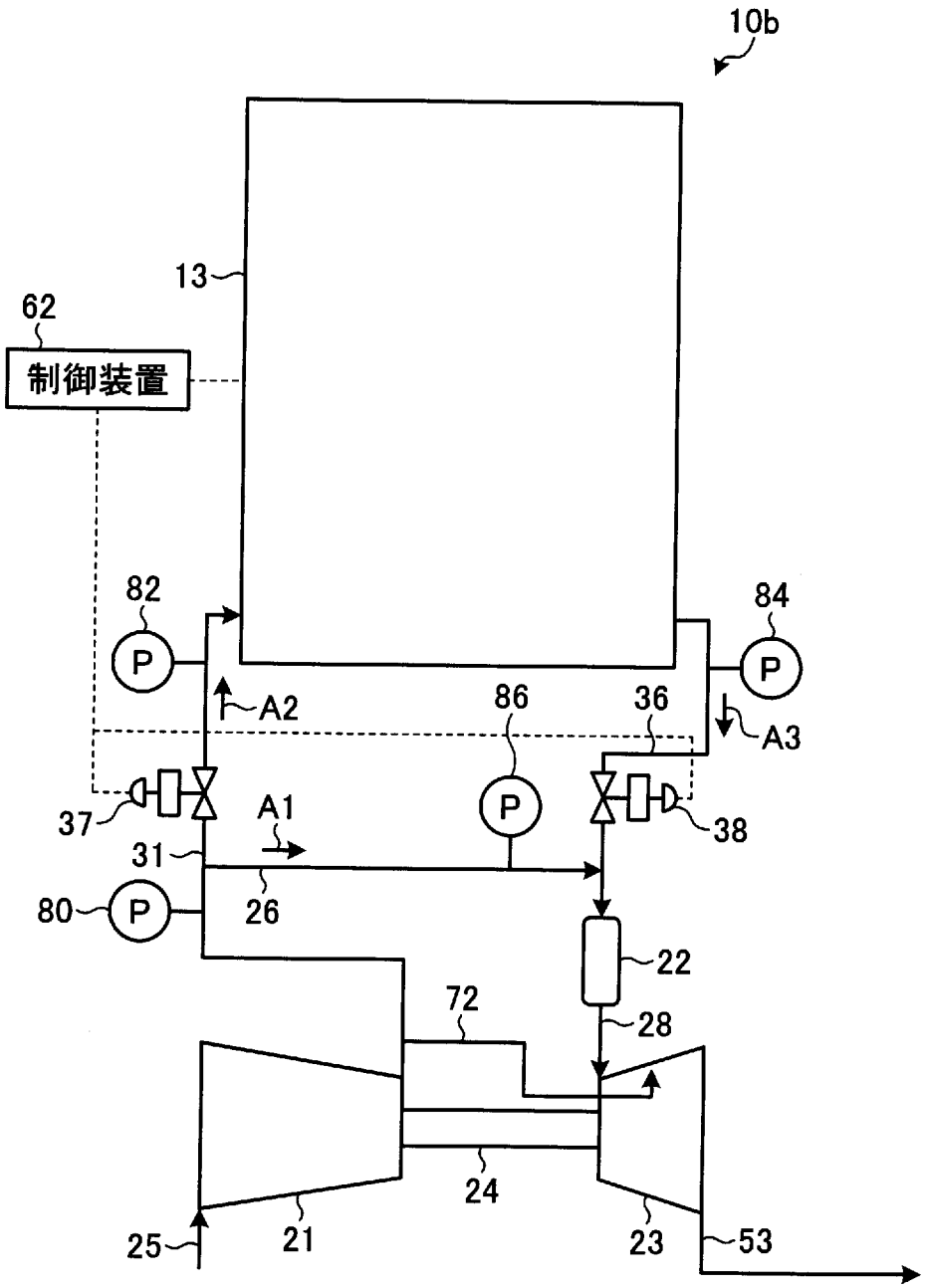
[図5]


126
122
128
10a
124
121
120
113
62
制御装置
A2
36
A3
37
A1
70
38
31
26
22
72
28
24
25
21
23
53

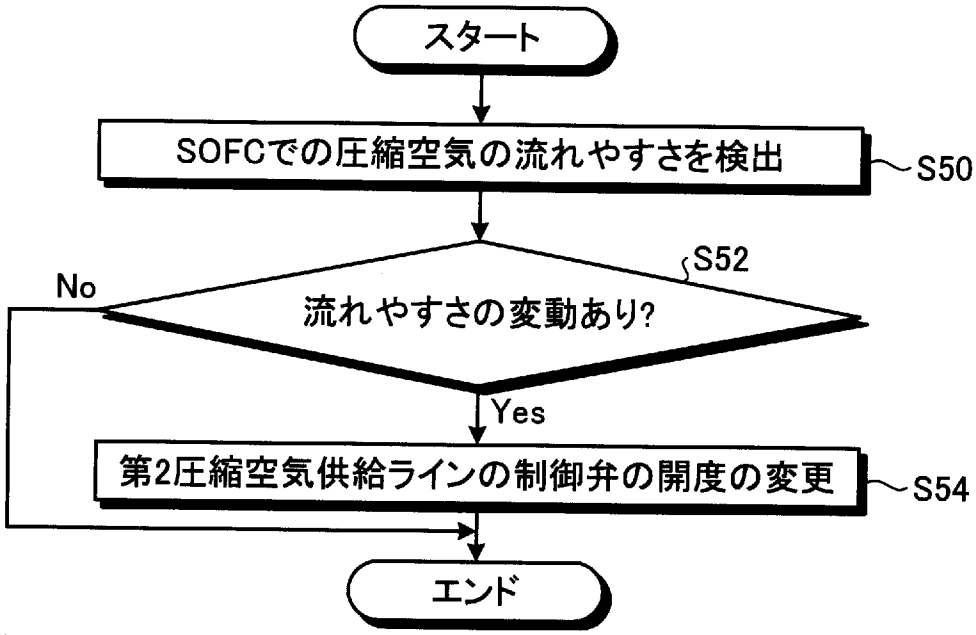
[図6]


スタート
S40
No
停止する単位SOFCあり?
Yes
バイパス制御弁の開度を増大
S42
S44
No
起動する単位SOFCあり?
Yes
バイパス制御弁の開度を減少
S46
エンド

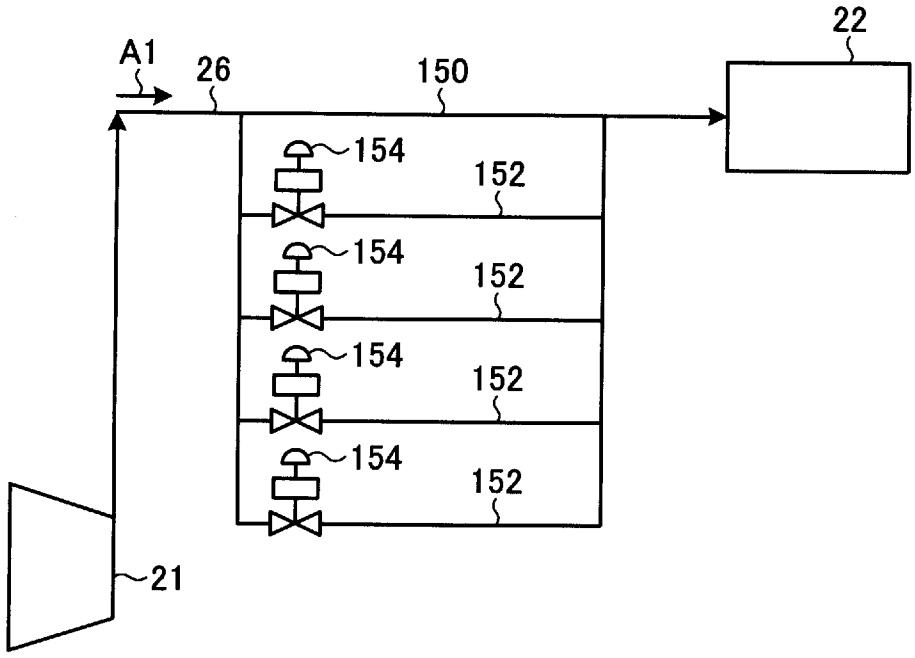
[図7]


10b
13
62
制御装置
82
84
P
A2
86
36
A3
37
A1
38
31
80
26
22
72
28
24
25
21
23
53

[図8]


スタート
SOFCでの圧縮空気の流れやすさを検出
S50
S52
No
流れやすさの変動あり?
Yes
第2圧縮空気供給ラインの制御弁の開度の変更
S54
エンド

[図9]


A1
26
150
22
154
152
154
152
154
152
154
152
21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/080572

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01M8/04(2006.01)i, *H01M8/12*(2006.01)n

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)
H01M8/04, H01M8/12

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2010-146934 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 01 July 2010 (01.07.2010), entire text; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-11
Y	JP 2009-35455 A (Sumco Techxiv Corp.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraphs [0073] to [0080] & US 2010/0212588 A1 & WO 2009/016911 A1 & DE 112008001913 T	1-11
A	JP 2009-205932 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), entire text; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-11

☐ 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
03 December, 2013 (03.12.13)	17 December, 2013 (17.12.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０８０５７２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01M8/04(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)n

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.　H01M8/04, H01M8/12

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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 2010-146934 A (三菱重工業株式会社) 2010.07.01, 全文, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2009-35455 A (ＳＵＭＣＯ　ＴＥＣＨＸＩＶ株式会社) 2009.02.19, 【0073】-【0080】 & US 2010/0212588 A1 & WO 2009/016911 A1 & DE 112008001913 T	1-11
A	JP 2009-205932 A (三菱重工業株式会社) 2009.09.10, 全文, 図 1-3 (ファミリーなし)	1-11

☐　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
０３．１２．２０１３	１７．１２．２０１３

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）　３Ｈ　９８２６
永石　哲也
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６