

(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 8 日(08.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/069408 A1

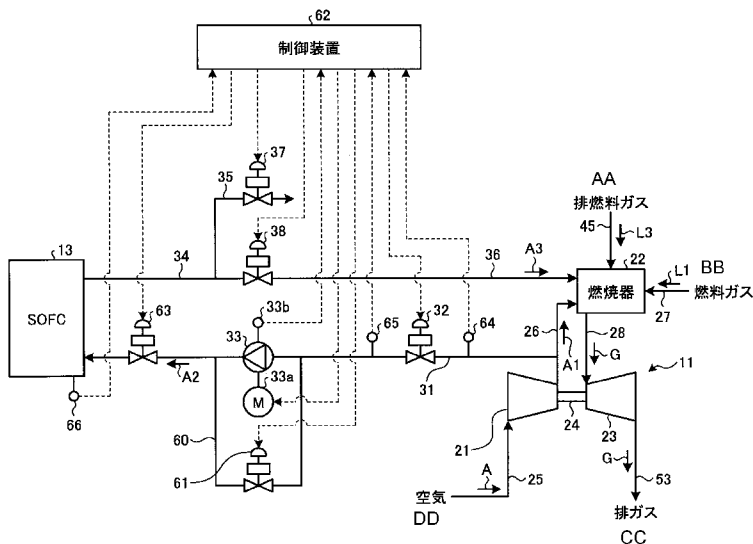
- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079150
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 28 日(28.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-240675 2012 年 10 月 31 日(31.10.2012) JP
特願 2012-240676 2012 年 10 月 31 日(31.10.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 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 1 6 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 1 6 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 METHODS FOR STARTING AND OPERATING FUEL CELL IN POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 発電システム及び発電システムにおける燃料電池の起動方法並びに運転方法



22 Combustor
62 Control device
AA Waste fuel gas
BB Fuel gas
CC Waste gas
DD Air

(57) Abstract: The present invention enables a fuel cell to be stably started by minimizing a lack of air in a gas turbine when starting the fuel cell. This fuel cell system comprises: a gas turbine (11) having a compressor (21) and a combustor (22); a first compressed air supply line (26) that supplies compressed air (A1), which has been compressed by the compressor, to the combustor; a solid oxide fuel cell (SOFC) (13) having an air electrode and a fuel electrode; a second compressed air supply line (31) that supplies partially compressed air (A2), which has been compressed by the compressor, to the air electrode; a blower (33) that is disposed on the second compressed air supply line, and raises the pressure of the compressed air (A2); a circulation booster line (60) connecting the upstream side and downstream side of the blower in the second compressed air supply line; a control valve (61) disposed on the circulation booster line; a control valve (63) disposed between the circulation booster line in the second compressed air supply line and the SOFC; and a control device (62) that closes the control valves and opens the control valves to start the blower when starting the SOFC.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/069408 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

燃料電池の起動時におけるガスタービンでの空気不足を抑制して安定した起動を可能とする。圧縮機 (21) と燃焼器 (22) を有するガスタービン (11) と、圧縮機で圧縮した圧縮空気 (A1) を燃焼器に供給する第1圧縮空気供給ライン (26) と、空気極及び燃料極を有するSOFC (13) と、圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気 (A2) を空気極に供給する第2圧縮空気供給ライン (31) と、第2圧縮空気供給ラインに設けられて圧縮空気 (A2) を昇圧するブロワ (33) と、第2圧縮空気供給ラインにおけるブロワの上流側と下流側とを接続する昇圧機循環ライン (60) と、昇圧機循環ラインに設けられる制御弁 (61) と、第2圧縮空気供給ラインにおける昇圧機循環ラインとSOFCとの間に設けられる制御弁 (63) と、SOFCの起動時に制御弁を閉作動させると共に制御弁を開作動させてブロワを始動する制御装置 (62) と、を有する。

明 細 書

発明の名称：

発電システム及び発電システムにおける燃料電池の起動方法並びに運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、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における燃料電池の起動方法並びに運転方法に関するものである。

背景技術

[0002] 燃料電池としての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、ガスタービンの圧縮機から吐出された空気を空気極側に供給する空気（酸化剤）として使用することができる。また、SOFCは、利用できなかった高温の燃料をガスタービンの燃焼器に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は、SOFCと、このSOFCから排出された排燃料ガスと排出空気とを燃焼するガスタービン燃焼器と、空気を圧縮してSOFCに供給する圧縮機を有するガスタービンとを設けたものである。

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、ガスタービンを先に運転させ、当該ガスタービンの圧縮機で圧縮した空気の一部をS O F Cに供給することで、S O F Cを加圧し、その後にS O F Cを起動する。この場合、ガスタービンの圧縮機の出口圧力と、S O F Cから排出された排燃料ガスが供給されるガスタービンの燃焼器の入口圧力とが一定となり、そこに圧損分を加えてS O F Cに圧縮空気を供給する流れを生じさせるため、圧縮空気をブロワで流すことが好ましい。しかし、ブロワは、運転開始から定格運転に至るまでの間に内部の圧力や流量が急激に変動して運転が不安定である。このため、ブロワの運転開始時に伴い急激に圧縮空気の流量が増加してS O F Cに送られ、ガスタービンの燃焼器への圧縮空気が不足することがある。この結果、燃焼器では、燃焼用空気が不足して燃焼ガスが高温となったり、燃焼器やタービンでは、冷却用空気が不足して十分な冷却が困難となったりする。また、ブロワの運転開始時に伴い急激に圧縮空気の流量が増加してS O F Cに送られ、ガスタービンの燃焼器への圧縮空気が不足することを防ぐため、ガスタービンの圧縮機におけるS O F C側出口とガスタービンの燃焼器におけるS O F C側入口とを塞ぐことが考えられるが、これではブロワを起動させることができない。

[0006] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、燃料電池の起動時におけるガスタービンでの空気不足を抑制して安定した起動を可能とする発電システム及び発電システムにおける燃料電池の起動方法を提供することを目的とする。

[0007] また、上述した従来の発電システムの定格運転時において、ガスタービンは、発電状況に応じて運転状態が変動する。この場合、圧縮機の出口圧力が変動する。このため、S O F C側に供給する圧縮空気の圧力が安定しない。S O F Cは、空気極と燃料極との圧力を均等に制御して相互間に空気と燃料とが流入しない安定した状態で運転することが好ましく、供給される圧縮空気の圧力が不安定であると、その運転状態が不安定となり、発電効率が損な

われるおそれがある。

- [0008] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、ガスタービンから燃料電池に供給される圧縮空気の圧力を一定に保つことのできる発電システム及び発電システムにおける燃料電池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

- [0009] 上記の目的を達成するための本発明の発電システムは、圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、前記圧縮機で圧縮した圧縮空気を前記燃焼器に供給する第1圧縮空気供給ラインと、空気極及び燃料極を有する燃料電池と、前記圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を前記空気極に供給する第2圧縮空気供給ラインと、前記第2圧縮空気供給ラインに設けられて前記圧縮空気を昇圧する昇圧機と、前記第2圧縮空気供給ラインにおける前記昇圧機の上流側と下流側とを接続する昇圧機循環ラインと、前記昇圧機循環ラインに設けられる第1制御弁と、前記第2圧縮空気供給ラインにおける前記昇圧機循環ラインと前記燃料電池との間に設けられる第2制御弁と、前記燃料電池の起動時に前記第2制御弁を開作動させると共に前記第1制御弁を開作動させて前記昇圧機を始動する制御部と、を有することを特徴とする。

- [0010] 従って、燃料電池の起動時、圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を空気極に供給する第2圧縮空気供給ラインにおいて、昇圧機の下流側から上流側へ圧縮空気を循環させる。そのため、このときに燃焼器やタービンに供給される圧縮空気が不足することがなく、燃焼器での異常燃焼やタービンでの冷却不足を抑制することができる。その結果、ガスタービンでの空気不足を抑制して安定した起動を可能とすることができる。

- [0011] 本発明の発電システムでは、前記昇圧機における圧縮空気の圧力または流量を検出する検出器を備え、前記制御部は、前記流量検出器により検出された圧力または流量が所定値となった場合、前記第2制御弁を開作動すると共に前記第1制御弁を開作動させることを特徴とする。

- [0012] 従って、昇圧機における圧縮空気の流量が安定してから燃料電池に圧縮空気を送ることで、ガスタービンにおける空気不足を適正に抑制することがで

きる。

[0013] また、本発明の発電システムにおける燃料電池の起動方法は、燃料電池の起動時に、ガスタービンの圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を前記燃料電池の空気極の手前に設けた昇圧機を始動して昇圧させると共に当該昇圧機の下流側から上流側へ循環させる工程と、次に、前記ガスタービンの圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気の圧力または流量が所定値となった場合に前記圧縮空気を前記昇圧機で昇圧させつつ前記燃料電池の空気極に供給する工程と、を有することを特徴とする。

[0014] 従って、燃料電池の起動時、燃焼器やタービンで圧縮空気が不足することがなく、ガスタービンでの空気不足を抑制して安定した起動を可能とすることができる。

[0015] 上記の目的を達成するための本発明の発電システムは、圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、空気極及び燃料極を有する燃料電池と、前記圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を前記空気極に供給する圧縮空気供給ラインと、前記圧縮空気供給ラインに設けられる圧力制御弁と、前記圧縮空気供給ラインに設けられて前記空気極に供給される圧縮空気の圧力を検出する検出器と、前記検出器により検出された圧力の変動に基づいて前記空気極に供給される圧縮空気の圧力を一定とするように前記圧力制御弁の開度を制御する制御部と、を有することを特徴とする。

[0016] 従って、ガスタービンの圧縮機の出口側圧力が変動した場合、圧力制御弁の開度を制御することで、当該圧縮空気の圧力を補償する。そのため、ガスタービンから燃料電池に供給される圧縮空気の圧力が一定に保たれる。その結果、燃料電池は、一定圧力の圧縮空気稼働されるため、運転状態が安定し、安定した発電を行うことができる。

[0017] 本発明の発電システムでは、前記圧力制御弁が、複数の制御弁を並列して構成されていることを特徴とする。

[0018] 従って、圧力制御弁の開度を制御する場合、例えば、先に流量調整範囲が小さい制御弁を制御し、その次に流量調整範囲の大きい制御弁を制御する。

このように制御することで、流量調整範囲が比較的大きい制御弁の作動開始時での作動が不安定な範囲を、流量調整範囲が小さい制御弁により補うことが可能である。その結果、圧縮空気の圧力を一定にする制御を円滑かつ正確に行うことができる。また、複数の制御弁の流量調整範囲が同じであっても、順次開度を制御することで、圧縮空気の圧力を一定にする制御を円滑かつ正確に行うことができる。

[0019] また、本発明の発電システムにおける燃料電池の運転方法は、ガスタービンの圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を燃料電池の空気極に供給する工程と、前記燃料電池に供給される圧縮空気の圧力が変動した場合、前記圧縮空気の圧力を一定とするように前記圧縮空気の流量を調整する工程と、を有することを特徴とする。

[0020] 従って、ガスタービンの圧縮機の出口側圧力が変動しても、圧縮空気の流量を調整し、当該圧縮空気の圧力を一定にする。そのため、ガスタービンから燃料電池に供給される圧縮空気の圧力が一定に保たれる。その結果、燃料電池は、一定圧力の圧縮空気で作働されるため、運転状態が安定し、安定した発電を行うことができる。

発明の効果

[0021] 本発明の発電システム及び発電システムにおける燃料電池の起動方法によれば、ガスタービンの圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を燃料電池の空気極の手前に設けた昇圧機で昇圧させると共に当該昇圧機の下流側から上流側へ循環させてから燃料電池に供給するので、ガスタービンでの空気不足を抑制して安定した起動を可能とすることができる。また、ブロワの運転開始時に伴い急激に圧縮空気の流量が増加して燃料電池に送られ、ガスタービンの燃焼器への圧縮空気が不足することを防ぐため、ガスタービンの圧縮機における燃料電池側出口とガスタービンの燃焼器における燃料電池側入口とを塞いだ状態でも、ブロワを起動させることができる。

[0022] 本発明の発電システム及び発電システムにおける燃料電池の運転方法によれば、ガスタービンの圧縮機の出口側圧力が変動しても、圧縮空気の流量を

調整することで、ガスタービンから燃料電池に供給される圧縮空気の圧力を一定に保つことができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図 1 は、本発明の実施例 1 に係る発電システムにおける圧縮空気の供給ラインを表す概略図である。

[図2]図 2 は、本実施例 1 の発電システムにおける固体酸化物形燃料電池の起動時における圧縮空気の供給タイミングを表すタイムチャートである。

[図3]図 3 は、本実施例 1 の発電システムを表す概略構成図である。

[図4]図 4 は、本発明の実施例 2 に係る発電システムにおける圧縮空気の供給ラインを表す概略図である。

[図5]図 5 は、本実施例 2 の発電システムにおける固体酸化物形燃料電池の運転時での圧縮空気の供給のフローチャートである。

[図6]図 6 は、本実施例 2 に係る他の形態の発電システムにおける圧縮空気の供給ラインを表す概略図である。

[図7]図 7 は、本実施例 2 の発電システムを表す概略構成図である。

発明を実施するための形態

実施例 1

[0024] 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における燃料電池の起動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るものも含むものである。

[0025] 本実施例 1 の発電システムは、固体酸化物形燃料電池（以下、S O F C 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（T r i p l e C o m b i n e d C y c l e : 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（G T C C）の上流側に S O F C を設置することにより、S O F C、ガスタービン、蒸気タービンの 3 段階で電気を取り出すことができるため、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。

[0026] 図1は、本発明の実施例1に係る発電システムにおける圧縮空気の供給ラインを表す概略図、図2は、本実施例1の発電システムにおけるSOFCの起動時における圧縮空気の供給タイミングを表すタイムチャート、図3は、本実施例1の発電システムを表す概略構成図である。

[0027] 本実施例1において、図3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。

[0028] 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排ガス（燃焼ガス）G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。

[0029] 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 A 2 が供給され、燃料極に燃料ガスが供給されることで発電を行う。なお、ここでは、S O F C 1 3 に供給する燃料ガス L 2 として、例えば、液化天然ガス (L N G)、水素 (H_2) および一酸化炭素 (C O)、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、S O F C 1 3 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、S O F C 1 3 に供給される酸化性ガスを空気という)。

[0030] この S O F C 1 3 は、第 1 圧縮空気供給ライン 2 6 から分岐した第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 が連結され、圧縮機 2 1 が圧縮した一部の圧縮空気 A 2 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 3 1 は、供給する空気量を調整可能な制御弁 3 2 と、圧縮空気 A 2 を昇圧可能なブロワ (昇圧機) 3 3 とが空気の流れ方向に沿って設けられている。制御弁 3 2 は、第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 における空気の流れ方向の上流側に設けられ、ブロワ 3 3 は、制御弁 3 2 の下流側に設けられている。S O F C 1 3 は、空気極で用いられた排空気 A 3 を排出する排空気ライン 3 4 が連結されている。この排空気ライン 3 4 は、空気極で用いられた排空気 A 3 を外部に排出する排出ライン 3 5 と、燃焼器 2 2 に連結される圧縮空気循環ライン 3 6 とに分岐される。排出ライン 3 5 は、排出する空気量を調整可能な制御弁 3 7 が設けられ、圧縮空気循環ライン 3 6 は、循環する空気量を調整可能な制御弁 3 8 が設けられている。

[0031] また、S O F C 1 3 は、燃料ガス L 2 を燃料極の導入部に供給する第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 が設けられている。第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 は、供給する燃料ガス量を調整可能な制御弁 4 2 が設けられている。S O F C 1 3 は、燃料極で用いられた排燃料ガス L 3 を排出する排燃料ライン 4 3 が連結されている。この排燃料ライン 4 3 は、外部に排出する排出ライン 4 4 と、燃焼器 2 2 に連結される排燃料ガス供給ライン 4 5 とに分岐される。排出ライン 4 4 は、排出する燃料ガス量を調整可能な制御弁 4 6 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、燃料を昇圧可能なブロワ４８が燃料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の燃料ガスＬ３の流れ方向の下流側に設けられている。

[0032] 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に再循環する再循環ブロワ５０が設けられている。

[0033] 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を回転するものである。この排熱回収ボイラ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、空気と高温の排ガスＧとの間で熱交換を行うことで、蒸気Ｓを生成する。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。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Ｇは、有害物質を除去されてから大気へ放出される。

[0034] ここで、本実施例１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。

[0035] 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が排ガスＧ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。

[0036] 続いて、ＳＯＦＣ１３では、まず、圧縮空気Ａ２を供給して昇圧を開始す

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 SOFC 13 側へ供給される。これにより、SOFC 13 側は、圧縮空気 A2 が供給されることで圧力が上昇する。

[0037] 一方、SOFC 13 では、燃料極側に燃料ガス L2 を供給して昇圧を開始する。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 SOFC 13 側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 により再循環する。これにより、SOFC 13 側は、燃料ガス L2 が供給されることで圧力が上昇する。

[0038] そして、SOFC 13 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 SOFC 13 からの排空気 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 SOFC 13 側へ供給される。それと同時に制御弁 46 を開放して SOFC 13 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、SOFC 13 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、SOFC 13 の昇圧が完了する。

[0039] その後、SOFC 13 の反応（発電）が安定し、排空気 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、SOFC 13 からの排空気 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、SOFC 13 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 L 1 を減量する。

[0040] ここで、ガスタービン 11 の駆動による発電機 12 での発電、S O F C 13 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。

[0041] ところで、一般的な発電システムでは、S O F C 13 を起動するとき、ガスタービン 11 の圧縮機 21 で圧縮した空気の一部を第 2 圧縮空気供給ライン 31 から S O F C 13 に供給することで昇圧している。そして、本実施例 1 では、圧縮機 21 の出口圧力と、S O F C から排出された排燃料ガスが供給される燃焼器 22 の入口圧力が一定となり、そこに圧損分を加えて S O F C 13 に圧縮空気 A 2 を供給する流れを生じさせるため、圧縮空気 A 2 をブロワ 33 で流す。しかし、ブロワ 33 は、運転開始から定格運転に至るまでの間に内部の圧力や流量が急激に変動して運転が不安定である。このため、ブロワ 33 の運転開始時に伴い急激に圧縮空気 A 2 の流量が増加して S O F C 13 に送られ、ガスタービン 11 では、燃焼器 22 に供給される圧縮空気 A 1 やタービン 23 に送られる冷却空気が不足してしまうおそれがある。

[0042] そこで、本実施例 1 の発電システム 10 では、図 1 に示すように、ブロワ 33 の位置に昇圧機循環ライン 60 及び制御弁（第 1 制御弁）61 を設け、制御装置（制御部）62 は、S O F C 13 の起動時に、ブロワ 33 の始動と共に制御弁 61 を開放するようにしている。

[0043] 即ち、S O F C 13 の起動時に、ブロワ 33 の始動と共に制御弁 61 を開放すると、ガスタービン 11 の圧縮機 21 で圧縮した一部の圧縮空気 A 2 が、ブロワ 33 で流されつつ昇圧機循環ライン 60 に循環する。そして、ブロワ 33 の運転が安定するまでこれを行うことで、S O F C 13 に送られる圧縮空気 A 2 の流量が安定する。そのため、ガスタービン 11 での空気不足を抑制することができる。

[0044] 詳細に説明すると、図 1 に示すように、昇圧機循環ライン 60 は、第 2 圧縮空気供給ライン 31 において、ブロワ 33 の上流側と下流側とに接続され

、ブロワ 33 を迂回するように設けられている。制御弁 61 は、この昇圧機循環ライン 60 に設けられている。なお、ブロワ 33 は、駆動モータ 33a で駆動される。また、ブロワ 33 は、その出口を通過する圧縮空気 A2 の圧力を検出する圧力検出器 33b を有している。

[0045] また、制御弁（第 2 制御弁）63 が、第 2 圧縮空気供給ライン 31 であって、昇圧機循環ライン 60 と SOFC 13 との間に設けられている。

[0046] また、第 1 検出器 64 が、第 2 圧縮空気供給ライン 31 であって、圧縮機 21 と制御弁 32 との間に設けられている。この第 1 検出器 64 は、ガスタービン 11 の圧縮機 21 で圧縮した制御弁 32 の上流側の圧縮空気 A2 の第 1 圧力を検出する。

[0047] また、第 2 検出器 65 が、第 2 圧縮空気供給ライン 31 であって、昇圧機循環ライン 60 と制御弁 32 との間に設けられている。この第 2 検出器 65 は、ガスタービン 11 の圧縮機 21 で圧縮した制御弁 32 の下流側の圧縮空気 A2 の第 2 圧力を検出する。

[0048] また、第 3 検出器 66 が、SOFC 13 に設けられている。この第 3 検出器 66 は、SOFC 13 の空気極、つまり、第 2 圧縮空気供給ライン 31 における制御弁 63 よりも SOFC 13 側の第 3 圧力を検出する。

[0049] 制御装置 62 は、制御弁 61 及び制御弁 63 の開度を調整可能であると共に、駆動モータ 33a によるブロワ 33 の始動及び停止を制御可能となっている。また、制御装置 62 は、制御弁 32、制御弁 37 及び制御弁 38 の開度を調整可能となっている。また、制御装置 62 は、各検出器 64、65、66 が検出した第 1 圧力、第 2 圧力、及び第 3 圧力を入力する。また、制御装置 62 は、ブロワ 33 における圧力検出器 33b が検出した圧力を入力する。

[0050] そして、制御装置 62 は、各検出器 64、65、66 が検出した第 1 圧力、第 2 圧力及び第 3 圧力や、ブロワ 33 の圧力検出器 33b が検出した圧力を入力し、これらの入力に基づき、駆動モータ 33a、制御弁 61、制御弁 63、制御弁 32、制御弁 37 及び制御弁 38 を制御する。

[0051] ここで、上述した制御装置 62 による制御であって、本実施例 1 の発電システム 10 における SOFC 13 の起動方法について説明する。

[0052] 図 2 に示すように、時間 t_1 にて、ガスタービン 11 が起動し、所定時間の経過後の時間 t_2 までにガスタービン 11 による発電が開始される。この時間 t_1 から時間 t_2 までの間は、ブロワ 33 は停止しており（駆動モータ 33a が停止）、制御弁 32, 37, 38, 63 は閉止され、制御弁 61 は開放されている（または閉止されていてもよい）。

[0053] そして、時間 t_2 に SOFC 13 を起動する起動指令を取得する。この場合、ガスタービン 11 は、低負荷運転状態であってもよいし、定格運転状態であってもよい。この時間 t_2 にて、制御弁 32 を全開ではない所定の開度

ライン 60 を介した第 2 圧縮空気供給ライン 31 と、SOFC 13 と、制御弁 38 までの圧縮空気循環ライン 36 と、制御弁 37 までの排出ライン 35 との圧力が上昇する。

[0054] そして、時間 t_3 にて、第 2 検出器 65 の第 2 圧力 P_2 が第 1 検出器 64

ワ 3 3 で昇圧された圧縮空気 A 2 が、S O F C 1 3 に供給される。このとき、ブロワ 3 3 は定格運転であるから運転が安定しており、S O F C 1 3 に送られる圧縮空気 A 2 の流量が安定する。また、このとき、制御弁 6 3 及び制御弁 3 7 を徐々に開くことにより第 3 検出器 6 6 の第 3 圧力 P 3、即ち、S O F C 1 3 の圧力の急激な変動を抑えられる。一方、S O F C 1 3 では、圧縮空気 A 2 が、第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 を通って S O F C 1 3 に流れることから、S O F C 1 3 の圧力（第 3 圧力 P 3）が徐々に高くなる。

[0056] そして、時間 t 5 にて、S O F C 1 3 の圧力（第 3 圧力 P 3）が S O F C 1 3 の所定の圧力となったとき、ブロワ 3 3 を駆動したまま、制御弁 6 1 を閉止し、制御弁 6 3 を開放する。そして、S O F C 1 3 の運転が安定するまでの時間 t 6 に至り制御弁 3 8 を徐々に開けると共に、制御弁 3 7 を徐々に閉じる。これにより、定格運転の S O F C 1 3 から排出される排空気 A 3 が、排空気ライン 3 4 から圧縮空気循環ライン 3 6 を経て燃焼器 2 2 に供給される。この排空気 A 3 は、ブロワ 3 3 の運転が安定しているから急激な変動はなく、安定して燃焼器 2 2 に供給される。このため、ガスタービン 1 1 では、燃焼器 2 2 に供給される圧縮機 2 1 からの圧縮空気 A 1 やタービン 2 3 に送られる冷却空気が過不足なく安定して供給されることになる。

[0057] なお、制御装置 6 2 は、ブロワ 3 3 における圧力検出器 3 3 b が検出した圧力を入力し、時間 t 4 にて、ブロワ 3 3 の圧力 P がブロワ 3 3 の定格時の所定値の圧力となったとき、ブロワ 3 3 を駆動したまま、制御弁 6 1 を徐々に閉止する。この圧力検出器 3 3 b に代えて、ブロワ 3 3 は、その出口を通過する圧縮空気 A 2 の流量を検出する流量検出器を有してもよい。この場合、制御装置 6 2 は、ブロワ 3 3 における流量検出器が検出した流量を入力し、時間 t 4 にて、ブロワ 3 3 の流量がブロワ 3 3 の定格時の所定値の流量となったとき、ブロワ 3 3 を駆動したまま、制御弁 6 1 を徐々に閉止する。

[0058] このように本実施例 1 の発電システムにあっては、圧縮機 2 1 と燃焼器 2 2 を有するガスタービン 1 1 と、圧縮機 2 1 で圧縮した圧縮空気 A 1 を燃焼器 2 2 に供給する第 1 圧縮空気供給ライン 2 6 と、空気極及び燃料極を有す

るS O F C 1 3 と、圧縮機 2 1 で圧縮した一部の圧縮空気 A 2 を空気極に供給する第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 と、第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 に設けられて圧縮空気 A 2 を昇圧するブロワ 3 3 と、第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 におけるブロワ 3 3 の上流側と下流側とを接続する昇圧機循環ライン 6 0 と、昇圧機循環ライン 6 0 に設けられる制御弁 6 1 と、第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 における昇圧機循環ライン 6 0 と S O F C 1 3 との間に設けられる制御弁 6 3 と、S O F C 1 3 の起動時に制御弁 6 3 を閉作動させると共に制御弁 6 1 を開作動させてブロワ 3 3 を始動する制御装置 6 2 と、を有する。

[0059] 従って、S O F C 1 3 の起動時、圧縮機 2 1 で圧縮した一部の圧縮空気 A 2 を空気極に供給する第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 において、ブロワ 3 3 の下流側から上流側へ圧縮空気 A 2 を循環させる。そのため、このときに燃焼器 2 2 やタービン 2 3 に供給される圧縮空気 A 1 が不足することがなく、燃焼器 2 2 での異常燃焼やタービン 2 3 での冷却不足を抑制することができる。その結果、ガスタービン 1 1 での空気不足を抑制して安定した起動を可能とすることができる。

[0060] 本実施例 1 の発電システムでは、ブロワ 3 3 における圧縮空気 A 2 の圧力または流量を検出する検出器 3 3 b を備え、制御装置 6 2 は、検出器 3 3 b により検出された圧力または流量が所定値となった場合、制御弁 6 3 を開作動すると共に制御弁 6 1 を閉作動させる。従って、ブロワ 3 3 における圧縮空気 A 2 の圧力または流量が安定してから S O F C 1 3 に圧縮空気 A 2 を送ることで、ガスタービン 1 1 における空気不足を適正に抑制することができる。

[0061] また、本実施例 1 の発電システムにおける燃料電池の起動方法にあっては、S O F C 1 3 の起動時に、ガスタービン 1 1 の圧縮機 2 2 で圧縮した一部の圧縮空気 A 2 を S O F C 1 3 の空気極の手前に設けたブロワ 3 3 を始動して昇圧させると共に当該ブロワ 3 3 の下流側から上流側へ循環させる工程と、次に、ガスタービン 1 1 の圧縮機 2 2 で圧縮した一部の圧縮空気 A 2 の圧力または流量が所定値となった場合に圧縮空気 A 2 をブロワ 3 3 で昇圧させ

つつS O F C 1 3の空気極に供給する工程と、を有している。

[0062] 従って、S O F C 1 3の起動時、燃焼器22やタービン23で圧縮空気A1が不足することがなく、ガスタービン11での空気不足を抑制して安定した起動を可能とすることができる。

実施例 2

[0063] 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における燃料電池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る構成するものも含むものである。

[0064] 本実施例2の発電システムは、固体酸化物形燃料電池（以下、S O F C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（T r i p l e C o m b i n e d C y c l e：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（G T C C）の上流側にS O F Cを設置することにより、S O F C、ガスタービン、蒸気タービンの3段階で電気を取り出すことができるため、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。

[0065] 図4は、本発明の実施例2に係る発電システムにおける圧縮空気の供給ラインを表す概略図、図5は、本実施例2の発電システムにおけるS O F Cの運転時での圧縮空気の供給のフローチャート、図6は、本実施例2に係る他の形態の発電システムにおける圧縮空気の供給ラインを表す概略図、図7は、本実施例2の発電システムを表す概略構成図である。

[0066] 本実施例2において、図7に示すように、発電システム110は、ガスタービン111及び発電機112と、S O F C 113と、蒸気タービン114及び発電機115とを有している。この発電システム110は、ガスタービン111による発電と、S O F C 113による発電と、蒸気タービン114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。

[0067] ガスタービン 111 は、圧縮機 121、燃焼器 122、タービン 123 を有しており、圧縮機 121 とタービン 123 は、回転軸 124 により一体回転可能に連結されている。圧縮機 121 は、空気取り込みライン 125 から取り込んだ空気 A100 を圧縮する。燃焼器 122 は、圧縮機 121 から第 1 圧縮空気供給ライン 126 を通して供給された圧縮空気 A101 と、第 1 燃料ガス供給ライン 127 から供給された燃料ガス L101 とを混合して燃焼する。タービン 123 は、燃焼器 122 から排ガス供給ライン 128 を通して供給された排ガス（燃焼ガス）G100 により回転する。なお、図示しないが、タービン 123 は、圧縮機 121 で圧縮された圧縮空気 A101 が車室を通して供給され、この圧縮空気 A101 を冷却空気として翼などを冷却する。発電機 112 は、タービン 123 と同軸上に設けられており、タービン 123 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 122 に供給する燃料ガス L101 として、例えば、液化天然ガス（LNG）を用いている。

[0068] SOFC113 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 SOFC113 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 121 で圧縮された圧縮空気 A102 が供給され、燃料極に燃料ガスが供給されることで発電を行う。なお、ここでは、SOFC113 に供給する燃料ガス L102 として、例えば、液化天然ガス（LNG）、水素（ H_2 ）および一酸化炭素（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、SOFC113 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、SOFC113 に供給される酸化性ガスを空気という）。

[0069] このS O F C 1 1 3は、第1圧縮空気供給ライン1 2 6から分岐した第2圧縮空気供給ライン（圧縮空気供給ライン）1 3 1が連結され、圧縮機1 2 1が圧縮した一部の圧縮空気A 1 0 2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1 3 1は、供給する空気量を調整可能な制御弁1 3 2と、圧縮空気A 1 0 2を昇圧可能なブロワ1 3 3とが空気の流れ方向に沿って設けられている。制御弁1 3 2は、第2圧縮空気供給ライン1 3 1における空気の流れ方向の上流側に設けられ、ブロワ1 3 3は、制御弁1 3 2の下流側に設けられている。S O F C 1 1 3は、空気極で用いられた排空気A 1 0 3を排出する排空気ライン1 3 4が連結されている。この排空気ライン1 3 4は、空気極で用いられた排空気A 1 0 3を外部に排出する排出ライン1 3 5と、燃焼器1 2 2に連結される圧縮空気循環ライン1 3 6とに分岐される。排出ライン1 3 5は、排出する空気量を調整可能な制御弁1 3 7が設けられ、圧縮空気循環ライン1 3 6は、循環する空気量を調整可能な制御弁1 3 8が設けられている。

[0070] また、S O F C 1 1 3は、燃料ガスL 1 0 2を燃料極の導入部に供給する第2燃料ガス供給ライン1 4 1が設けられている。第2燃料ガス供給ライン1 4 1は、供給する燃料ガス量を調整可能な制御弁1 4 2が設けられている。S O F C 1 1 3は、燃料極で用いられた排燃料ガスL 1 0 3を排出する排燃料ライン1 4 3が連結されている。この排燃料ライン1 4 3は、外部に排出する排出ライン1 4 4と、燃焼器1 2 2に連結される排燃料ガス供給ライン1 4 5とに分岐される。排出ライン1 4 4は、排出する燃料ガス量を調整可能な制御弁1 4 6が設けられ、排燃料ガス供給ライン1 4 5は、供給する燃料ガス量を調整可能な制御弁1 4 7と、燃料を昇圧可能なブロワ1 4 8が燃料の流れ方向に沿って設けられている。制御弁1 4 7は、排燃料ガス供給ライン1 4 5における燃料ガスL 1 0 3の空気の流れ方向の上流側に設けられ、ブロワ1 4 8は、制御弁1 4 7の燃料ガスL 1 0 3の流れ方向の下流側に設けられている。

[0071] また、S O F C 1 1 3は、排燃料ライン1 4 3と第2燃料ガス供給ライン

１４１とを連結する燃料ガス再循環ライン１４９が設けられている。燃料ガス再循環ライン１４９は、排燃料ライン１４３の排燃料ガスＬ１０３を第２燃料ガス供給ライン１４１に再循環する再循環ブロワ１５０が設けられている。

[0072] 蒸気タービン１１４は、排熱回収ボイラ（ＨＲＳＧ）１５１で生成された蒸気によりタービン１５２を回転するものである。この排熱回収ボイラ１５１は、ガスタービン１１１（タービン１２３）からの排ガスライン１５３が連結されており、空気と高温の排ガスＧ１００との間で熱交換を行うことで、蒸気Ｓ１００を生成する。蒸気タービン１１４（タービン１５２）は、排熱回収ボイラ１５１との間に蒸気供給ライン１５４と給水ライン１５５が設けられている。そして、給水ライン１５５は、復水器１５６と給水ポンプ１５７が設けられている。発電機１１５は、タービン１５２と同軸上に設けられており、タービン１５２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１５１で熱が回収された排ガスＧ１００は、有害物質を除去されてから大気へ放出される。

[0073] ここで、本実施例２の発電システム１１０の作動について説明する。発電システム１１０を起動する場合、ガスタービン１１１、蒸気タービン１１４、ＳＯＦＣ１１３の順に起動する。

[0074] まず、ガスタービン１１１にて、圧縮機１２１が空気Ａ１００を圧縮し、燃焼器１２２が圧縮空気Ａ１０１と燃料ガスＬ１０１とを混合して燃焼し、タービン１２３が排ガスＧ１００により回転することで、発電機１１２が発電を開始する。次に、蒸気タービン１１４にて、排熱回収ボイラ１５１により生成された蒸気Ｓ１００によりタービン１５２が回転し、これにより発電機１１５が発電を開始する。

[0075] 続いて、ＳＯＦＣ１１３では、まず、圧縮空気Ａ１０２を供給して昇圧を開始すると共に加熱を開始する。排出ライン１３５の制御弁１３７と圧縮空気循環ライン１３６の制御弁１３８を閉止し、第２圧縮空気供給ライン１３１のブロワ１３３を停止した状態で、制御弁１３２を所定開度だけ開放する

。すると、圧縮機 1 2 1 で圧縮した一部の圧縮空気 A 1 0 2 が第 2 圧縮空気供給ライン 1 3 1 から S O F C 1 1 3 側へ供給される。これにより、S O F C 1 1 3 側は、圧縮空気 A 1 0 2 が供給されることで圧力が上昇する。

[0076] 一方、S O F C 1 1 3 では、燃料極側に燃料ガス L 1 0 2 を供給して昇圧を開始する。排出ライン 1 4 4 の制御弁 1 4 6 と排燃料ガス供給ライン 1 4 5 の制御弁 1 4 7 を閉止し、ブロワ 1 4 8 を停止した状態で、第 2 燃料ガス供給ライン 1 4 1 の制御弁 1 4 2 を開放すると共に、燃料ガス再循環ライン 1 4 9 の再循環ブロワ 1 5 0 を駆動する。すると、燃料ガス L 1 0 2 が第 2 燃料ガス供給ライン 1 4 1 から S O F C 1 1 3 側へ供給されると共に、排燃料ガス L 1 0 3 が燃料ガス再循環ライン 1 4 9 により再循環する。これにより、S O F C 1 1 3 側は、燃料ガス L 1 0 2 が供給されることで圧力が上昇する。

[0077] そして、S O F C 1 1 3 の空気極側の圧力が圧縮機 1 2 1 の出口圧力になると、制御弁 1 3 2 を全開にすると共に、ブロワ 1 3 3 を駆動する。それと同時に制御弁 1 3 7 を開放して S O F C 1 1 3 からの排空気 A 1 0 3 を排出ライン 1 3 5 から排出する。すると、圧縮空気 A 1 0 2 がブロワ 1 3 3 により S O F C 1 1 3 側へ供給される。それと同時に制御弁 1 4 6 を開放して S O F C 1 1 3 からの排燃料ガス L 1 0 3 を排出ライン 1 4 4 から排出する。そして、S O F C 1 1 3 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、S O F C 1 1 3 の昇圧が完了する。

[0078] その後、S O F C 1 1 3 の反応（発電）が安定し、排空気 A 1 0 3 と排燃料ガス L 1 0 3 の成分が安定したら、制御弁 1 3 7 を閉止する一方、制御弁 1 3 8 を開放する。すると、S O F C 1 1 3 からの排空気 A 1 0 3 が圧縮空気循環ライン 1 3 6 から燃焼器 1 2 2 に供給される。また、制御弁 1 4 6 を閉止する一方、制御弁 1 4 7 を開放してブロワ 1 4 8 を駆動する。すると、S O F C 1 1 3 からの排燃料ガス L 1 0 3 が排燃料ガス供給ライン 1 4 5 から燃焼器 1 2 2 に供給される。このとき、第 1 燃料ガス供給ライン 1 2 7 から燃焼器 1 2 2 に供給される燃料ガス L 1 0 1 を減量する。

[0079] ここで、ガスタービン 1 1 1 の駆動による発電機 1 1 2 での発電、S O F C 1 1 3 での発電、蒸気タービン 1 1 4 の駆動により発電機 1 1 5 での発電が全て行われることとなり、発電システム 1 1 0 が定常運転となる。

[0080] ところで、一般的な発電システムでは、ガスタービン 1 1 1 は、発電状況に応じて運転状態が変動する。この場合、圧縮機 1 2 1 の出口圧力が変動する。例えば、システムの周波数が下がったとき、周波数を戻すためにガスタービン 1 1 1 の出力を上げる。つまり、燃料ガス L 1 0 1 の投入量を増やす。そうすると、タービン 1 2 3 の入口温度が上がる。これに応じて圧縮機 1 2 1 の出口圧力が上がることになる。このため、S O F C 1 1 3 側に供給する圧縮空気 A 1 0 2 の圧力が安定しない。S O F C 1 1 3 は、空気極と燃料極との圧力を均等に制御して相互間に空気と燃料とが流入しない安定した状態で運転することが好ましく、供給される圧縮空気 A 1 0 2 の圧力が不安定であると、その運転状態が不安定となり、発電効率が損なわれるおそれがある。

[0081] そこで、本実施例 2 の発電システム 1 1 0 では、図 4 に示すように、S O F C 1 1 3 に供給される圧縮空気 A 1 0 2 の圧力を一定とするため、第 2 圧縮空気供給ライン 1 3 1 におけるブロワ 1 3 3 と制御弁 1 3 2 との間に制御弁（圧力制御弁）1 6 1 を設け、制御装置（制御部）1 6 2 は、制御弁 1 6 1 の開度を制御するようにしている。なお、制御弁 1 6 1 は、第 2 圧縮空気供給ライン 1 3 1 におけるブロワ 1 3 3 の上流側（ブロワ 1 3 3 よりも S O F C 1 1 3 側）に設けられていてもよい。

[0082] 即ち、制御弁 1 6 1 の開度を絞ると、S O F C 1 1 3 に供給される圧縮空気 A 1 0 2 の流量が減少して圧力が下がる傾向となり、制御弁 1 6 1 の開度を開けると、S O F C 1 1 3 に供給される圧縮空気 A 1 0 2 の流量が増加して圧力が上がる傾向となる。この制御を行うため、第 2 圧縮空気供給ライン 1 3 1 における制御弁 1 3 2 の下流側であって、制御弁 1 3 2 と圧縮機 1 2 1 との間に、圧縮空気 A 1 0 2 の第 1 圧力を検出する第 1 検出器 1 6 3 a が設けられている。さらに、第 2 圧縮空気供給ライン 1 3 1 における制御弁 1 6 1 の上流側であって、制御弁 1 6 1 とブロワ 1 3 3 との間に、圧縮空気 A

102の第2圧力を検出する第2検出器163bが設けられている。そして、制御装置162は、この検出器163a、163bが検出した圧力に基づいて制御弁161の開度を制御する。なお、SOFC113が定格運転されている状態で基準となる圧力は、SOFC113に設けられている検出器（SOFC検出器）164により検出され、制御装置162に入力される。この検出器164は、SOFC113の空気極における圧力を検出する。

[0083] ここで、上述した制御装置162による制御であって、本実施例2の発電システム110におけるSOFC113の運転方法について説明する。

[0084] 制御装置162は、SOFC113が定格運転となったとき、SOFC113に設けられている検出器164により予め検出された圧力を基準圧力として記憶する。そして、この基準圧力となるように、検出器163a、163bが検出した圧縮空気A102の圧力が所定圧力となるように制御弁161の開度を制御する。このとき、制御装置162は、第1検出器163aが検出した圧縮空気A102の圧力が所定圧力となるように制御弁161の開度を制御し、第2検出器163bが検出した圧縮空気A102の圧力にて第1検出器163aが検出した圧力の確認を行う。

[0085] 即ち、図5に示すように、SOFC113の定格運転時において、第1検出器163aが検出した圧縮空気A102の圧力に変動があった場合（ステップS1：Yes）、制御装置162は、この検出された圧力に基づき制御弁161の開度を制御する（ステップS2）。一方、第1検出器163aが検出した圧縮空気A102の圧力に変動がなければ（ステップS1：No）、制御装置162は、第1検出器163aが検出した圧縮空気A102の圧力を再び入力して監視を行う。そして、制御弁161の開度を制御した結果、第1検出器163aが検出した圧縮空気A102の圧力が所定圧力となれば（ステップS3：Yes）、制御装置162は、本制御を終了し、ステップS1に戻って第1検出器163aが検出した圧縮空気A102の圧力を再び入力して監視を行う。一方、第1検出器163aが検出した圧縮空気A102の圧力が所定圧力でなければ（ステップS3：No）、制御装置162

は、ステップS 2に戻って、第1検出器163aで検出された圧力に基づき制御弁161の開度を制御する。

[0086] このように本実施例2の発電システム110にあっては、圧縮機121と燃焼器122を有するガスタービン111と、空気極及び燃料極を有するSOFC113と、圧縮機121で圧縮した一部の圧縮空気A102を空気極に供給する第2圧縮空気供給ライン131と、第2圧縮空気供給ライン131に設けられる制御弁161と、第2圧縮空気供給ライン131に設けられて空気極に供給される圧縮空気A102の圧力を検出する検出器163aと、検出器163aにより検出された圧力の変動に基づいて空気極に供給される圧縮空気A102の圧力を一定とするように制御弁161の開度を制御する制御装置162と、を有する。

[0087] 従って、SOFC113の空気極に供給される圧縮空気A102の圧力が変動した場合、制御弁161の開度を制御することで、当該圧縮空気A102の圧力を一定にする。そのため、ガスタービン111からSOFC113に供給される圧縮空気A102の圧力が一定に保たれる。その結果、SOFC113は、一定圧力の圧縮空気A102で稼働されるため、運転状態が安定し、安定した発電を行うことができる。

[0088] また、本実施例2の発電システムでは、図6に示すように、制御弁161が、複数（本実施例2では2つ）の制御弁161a、161bを並列して構成されていることが好ましい。例えば、制御弁161aは流量調整範囲が比較的大きく、制御弁161bは流量調整範囲が比較的小さい。従って、制御弁161の開度を制御する場合、制御装置162は、先に流量調整範囲が小さい制御弁161bを制御し、その次に流量調整範囲の大きい制御弁161aを制御する。このように制御することで、流量調整範囲が比較的大きい制御弁161aの作動開始時での作動が不安定な範囲を、流量調整範囲が比較的小さい制御弁161bにより補うことが可能である。その結果、圧縮空気A102の圧力を一定にする制御を円滑かつ正確に行うことができる。なお、複数の制御弁161a、161bは、必ずしも流量調整範囲が異なってい

なくともよく、順次開度を制御することで、圧縮空気 A 1 0 2 の圧力を一定にする制御を円滑かつ正確に行うことができる。

[0089] また、本実施例 2 の発電システムにおける燃料電池の運転方法にあっては、ガスタービン 1 1 1 の圧縮機 1 2 1 で圧縮した一部の圧縮空気 A 1 0 2 を S O F C 1 1 3 の空気極に供給する工程と、S O F C 1 1 3 に供給される圧縮空気 A 1 0 2 が変動した場合、圧縮空気 A 1 0 2 の圧力を一定とするように圧縮空気 A 1 0 2 の流量を調整する工程と、を有する。

[0090] 従って、S O F C 1 1 3 の空気極に供給される圧縮空気 A 1 0 2 の圧力が変動しても、圧縮空気 A 1 0 2 の流量を調整し、当該圧縮空気 A 1 0 2 の圧力を一定にする。そのため、ガスタービン 1 1 1 から S O F C 1 1 3 に供給される圧縮空気 A 1 0 2 の圧力が一定に保たれる。その結果、S O F C 1 1 3 は、一定圧力の圧縮空気 A 1 0 2 で稼働されるため、運転状態が安定し、安定した発電を行うことができる。

符号の説明

- [0091]
- 1 0 発電システム
 - 1 1 ガスタービン
 - 1 2 発電機
 - 1 3 S O F C (固体酸化物形燃料電池：燃料電池)
 - 1 4 蒸気タービン
 - 1 5 発電機
 - 2 1 圧縮機
 - 2 2 燃焼器
 - 2 3 タービン
 - 2 6 第 1 圧縮空気供給ライン
 - 3 1 第 2 圧縮空気供給ライン
 - 3 2 制御弁
 - 3 3 ブロワ (昇圧機)
 - 3 3 b 圧力検出器 (検出器)

- 3 4 排空気ライン
- 3 5 排出ライン
- 3 6 圧縮空気循環ライン
- 3 7 制御弁
- 3 8 制御弁
- 6 0 昇圧機循環ライン
- 6 1 制御弁（第 1 制御弁）
- 6 2 制御装置（制御部）
- 6 3 制御弁（第 2 制御弁）
- 6 4 第 1 検出器
- 6 5 第 2 検出器
- 6 6 第 3 検出器
- A 1 圧縮空気
- A 2 圧縮空気
- 1 1 0 発電システム
- 1 1 1 ガスタービン
- 1 1 2 発電機
- 1 1 3 S O F C（固体酸化物形燃料電池：燃料電池）
- 1 1 4 蒸気タービン
- 1 1 5 発電機
- 1 2 1 圧縮機
- 1 2 2 燃焼器
- 1 2 3 タービン
- 1 3 1 第 2 圧縮空気供給ライン（圧縮空気供給ライン）
- 1 6 1 制御弁（圧力制御弁）
- 1 6 1 a, 1 6 1 b 制御弁
- 1 6 2 制御装置（制御部）
- 1 6 3 検出器

1 6 4 検出器

A 1 0 1 圧縮空気

A 1 0 2 圧縮空気

請求の範囲

[請求項1]

圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、
前記圧縮機で圧縮した圧縮空気を前記燃焼器に供給する第1圧縮空気供給ラインと、
空気極及び燃料極を有する燃料電池と、
前記圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を前記空気極に供給する第2圧縮空気供給ラインと、
前記第2圧縮空気供給ラインに設けられて前記圧縮空気を昇圧する昇圧機と、
前記第2圧縮空気供給ラインにおける前記昇圧機の上流側と下流側とを接続する昇圧機循環ラインと、
前記昇圧機循環ラインに設けられる第1制御弁と、
前記第2圧縮空気供給ラインにおける前記昇圧機循環ラインと前記燃料電池との間に設けられる第2制御弁と、
前記燃料電池の起動時に前記第2制御弁を閉作動させると共に前記第1制御弁を開作動させて前記昇圧機を始動する制御部と、
を有することを特徴とする発電システム。

[請求項2]

前記昇圧機における圧縮空気の圧力または流量を検出する検出器を備え、
前記制御部は、前記流量検出器により検出された圧力または流量が所定値となった場合、前記第2制御弁を開作動すると共に前記第1制御弁を閉作動させる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]

燃料電池の起動時に、ガスタービンの圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を前記燃料電池の空気極の手前に設けた昇圧機を始動して昇圧させると共に当該昇圧機の下流側から上流側へ循環させる工程と、
次に、前記ガスタービンの圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気の圧力または流量が所定値となった場合に前記圧縮空気を前記昇圧機で昇圧

させつつ前記燃料電池の空気極に供給する工程と、

を有することを特徴とする発電システムにおける燃料電池の起動方法。

[請求項4]

圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、

空気極及び燃料極を有する燃料電池と、

前記圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を前記空気極に供給する圧縮空気供給ラインと、

前記圧縮空気供給ラインに設けられる圧力制御弁と、

前記圧縮空気供給ラインに設けられて前記空気極に供給される圧縮空気の圧力を検出する検出器と、

前記検出器により検出された圧力の変動に基づいて応じて前記空気極に供給される圧縮空気の圧力を一定とするように前記圧力制御弁の開度を制御する制御部と、

を有することを特徴とする発電システム。

[請求項5]

前記圧力制御弁が、複数の制御弁を並列して構成されていることを特徴とする請求項4に記載の発電システム。

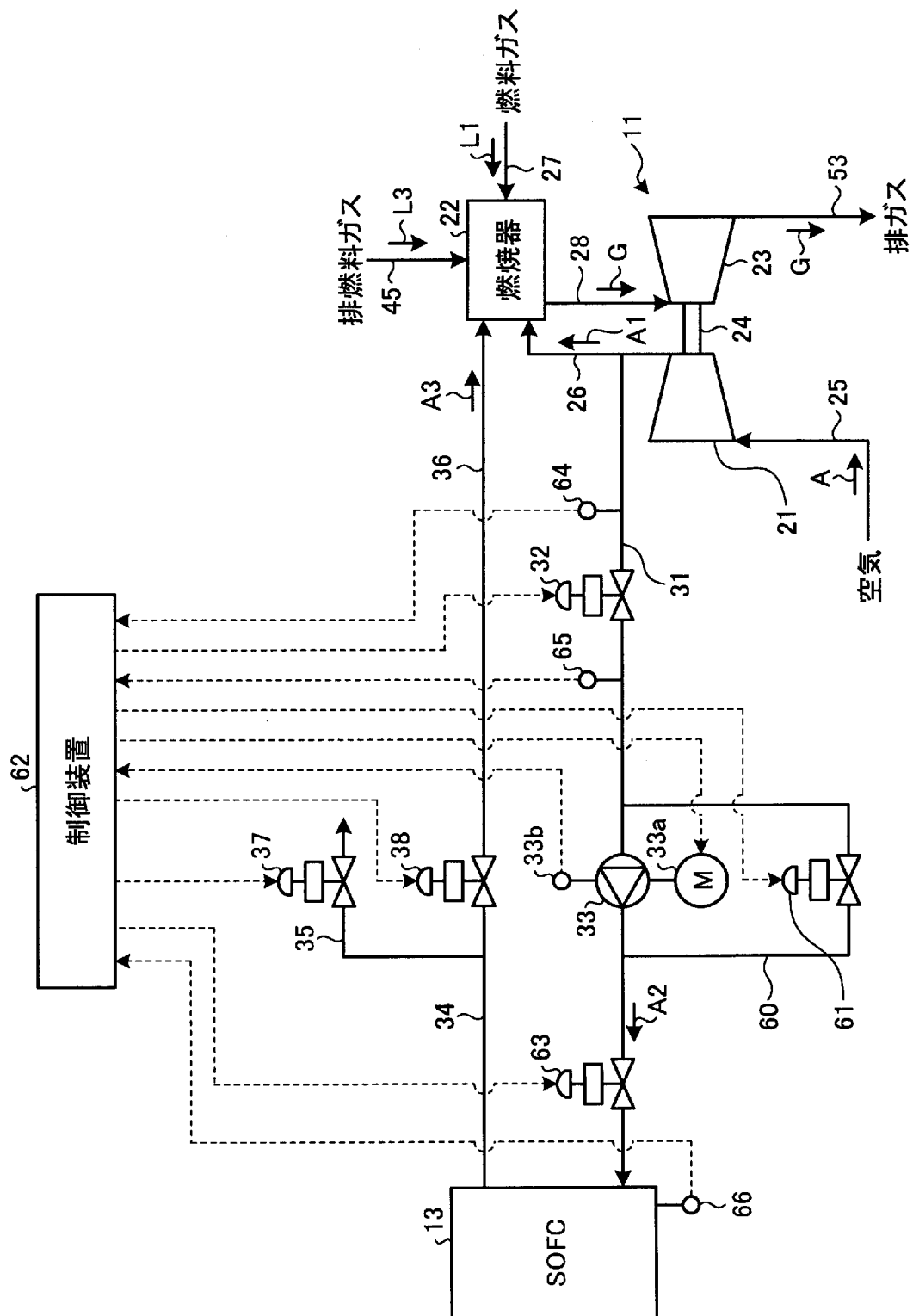
[請求項6]

ガスタービンの圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を燃料電池の空気極に供給する工程と、

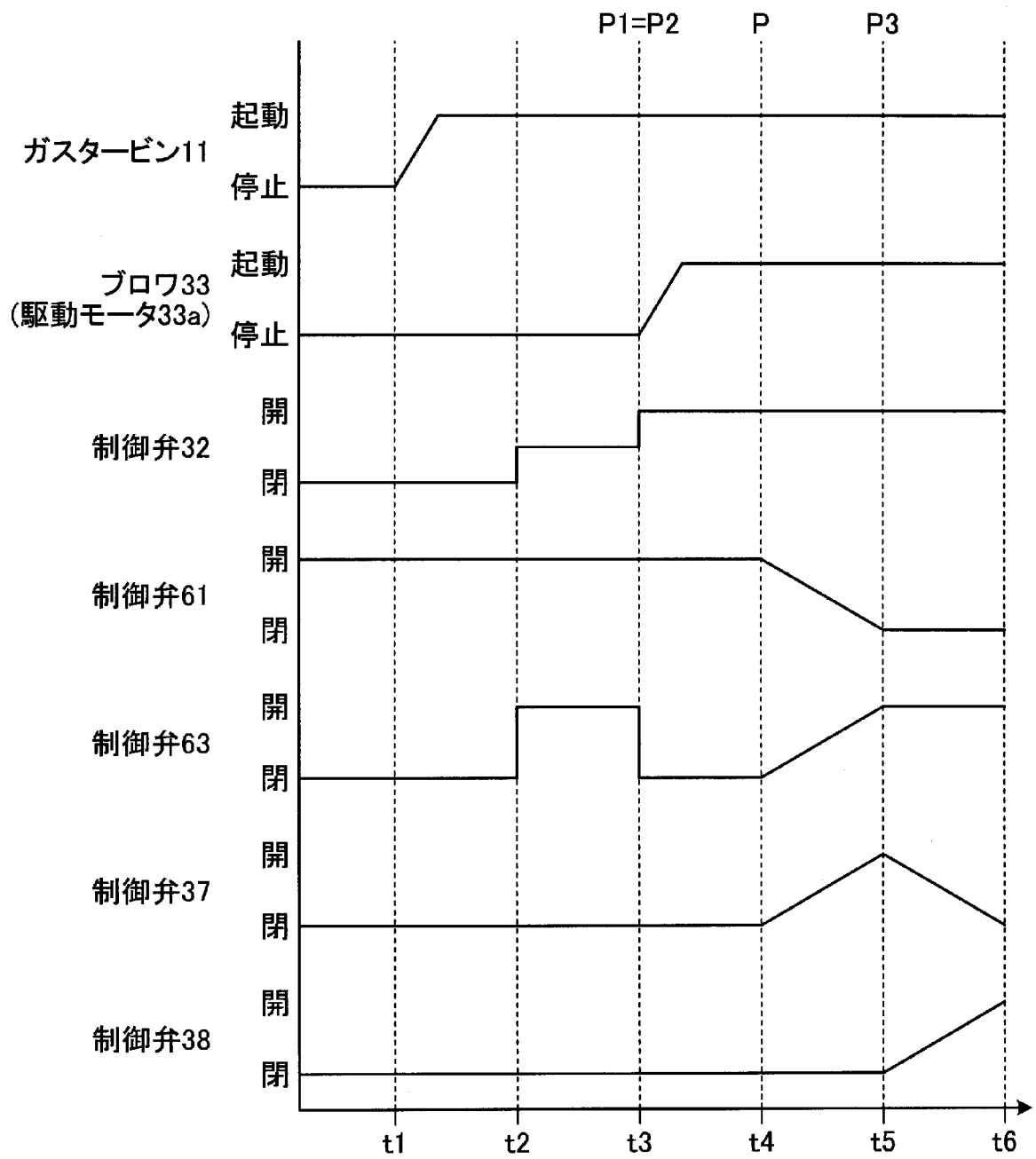
前記燃料電池に供給される圧縮空気の圧力が変動した場合、前記圧縮空気の圧力を一定とするように前記圧縮空気の流量を調整する工程と、

を有することを特徴とする発電システムにおける燃料電池の運転方法。

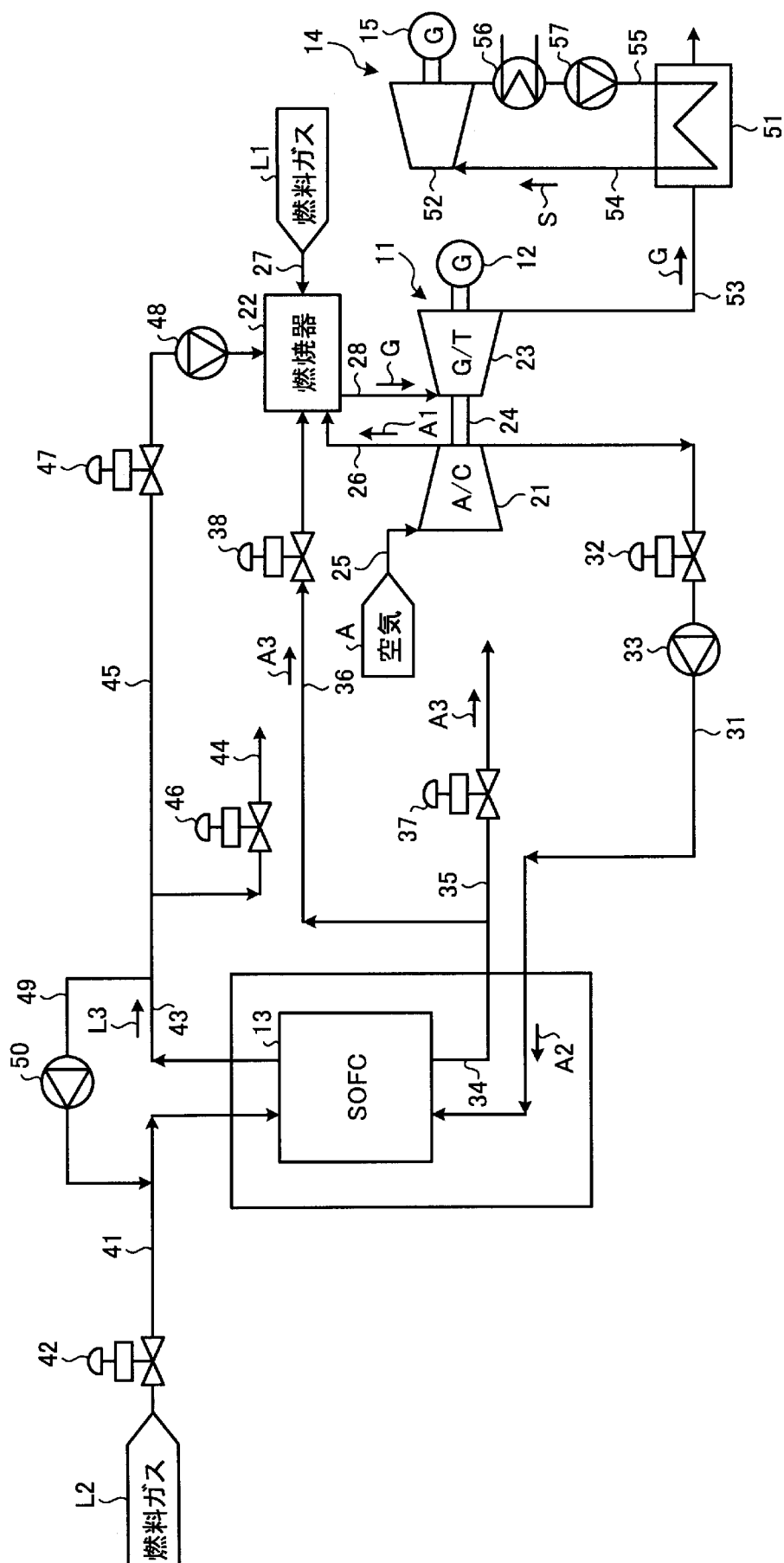
[図1]

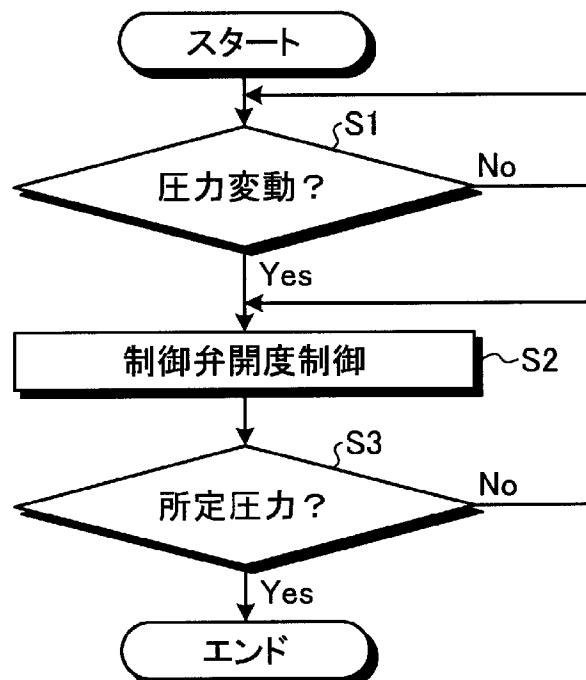
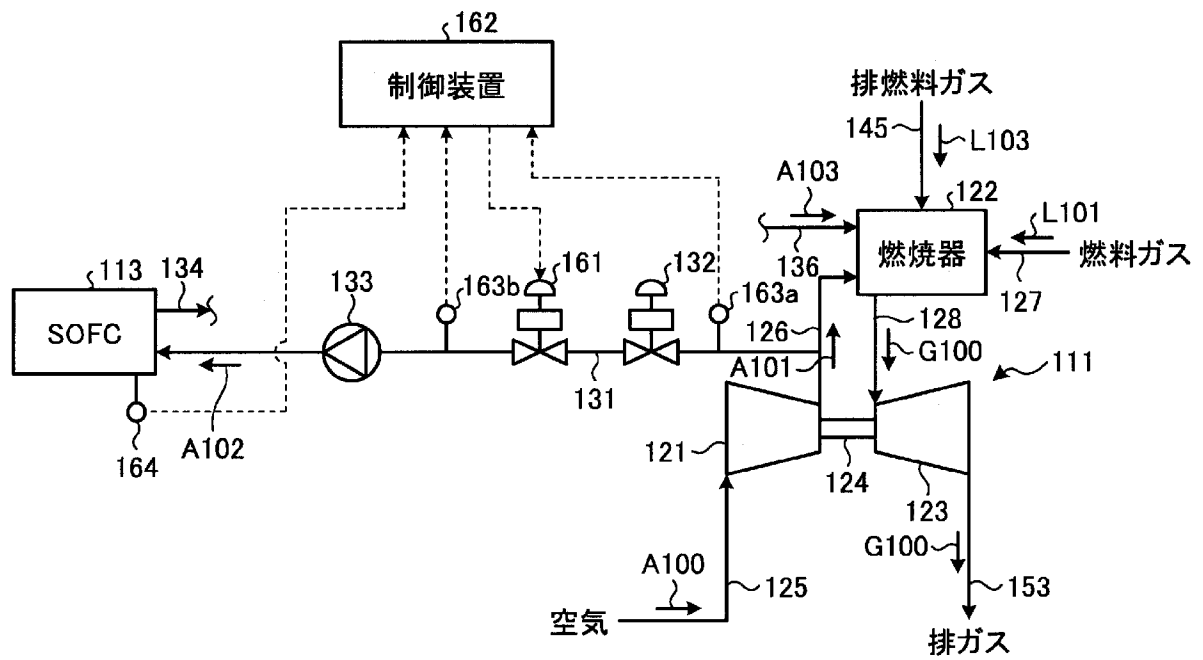


[図2]

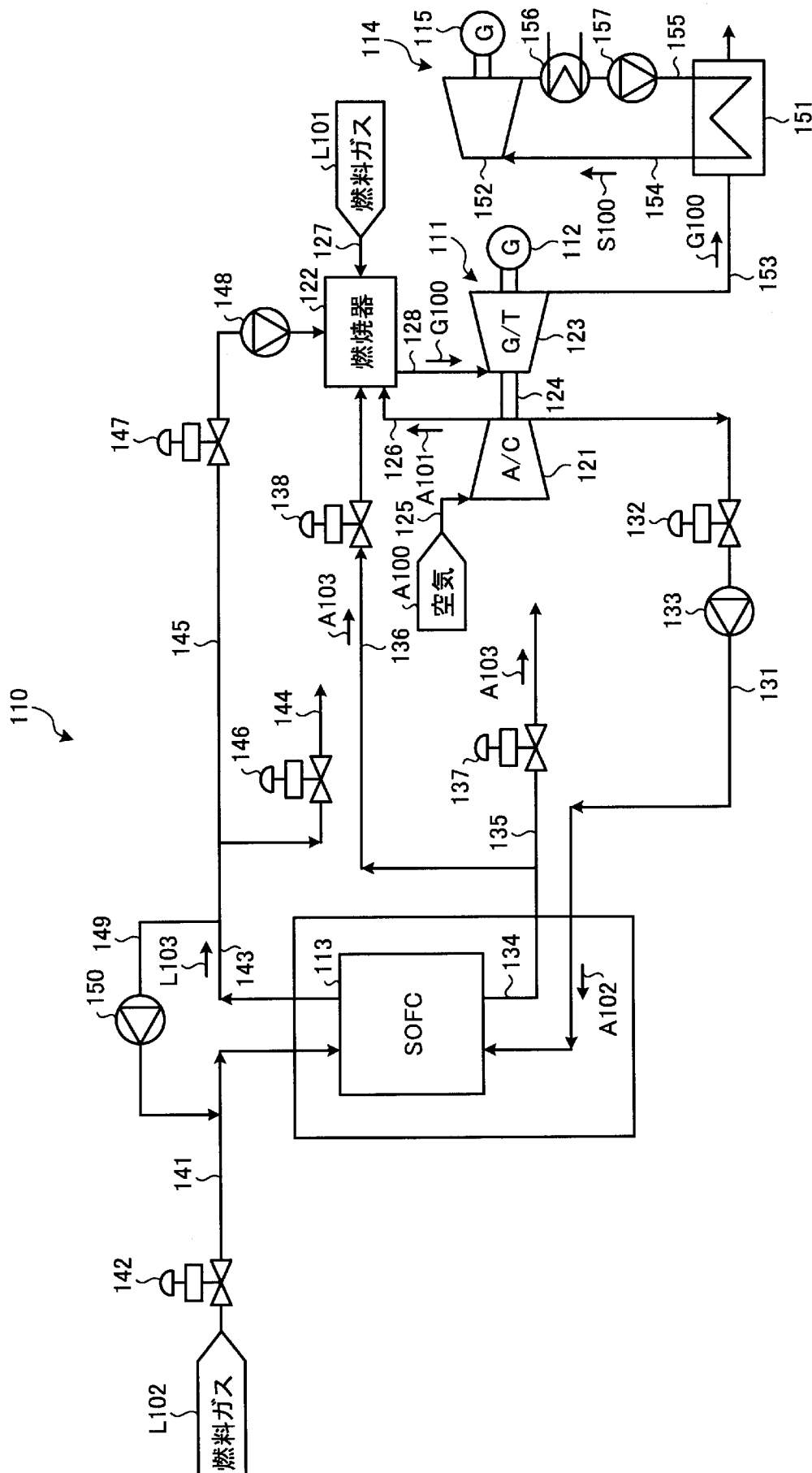


10





[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079150

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-123853 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 28 April 2000 (28.04.2000), paragraphs [0042], [0045] to [0046], [0050], [0062]; fig. 1 (Family: none)	4, 6 5
Y	JP 9-237634 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 09 September 1997 (09.09.1997), page 3, right column, lines 23 to 27 (Family: none)	5
Y	JP 2008-47504 A (Olympus Imaging Corp.), 28 February 2008 (28.02.2008), paragraph [0069]; fig. 5 (Family: none)	5

☒ 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

"I" 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
14 January, 2014 (14.01.14)

Date of mailing of the international search report
21 January, 2014 (21.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079150

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-205932 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0020] to [0026], [0032] to [0036]; fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 8-88016 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 02 April 1996 (02.04.1996), paragraphs [0008] to [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 7-105963 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 21 April 1995 (21.04.1995), paragraphs [0011] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 2007-280676 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0015], [0019]; fig. 1 (Family: none)	4-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079150

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The invention of claim 1 and the inventions of claims 4 to 6 have a common technical feature, i.e., "a power generation system including: a gas turbine having a compressor and a combustor; a fuel cell having an air pole and a fuel pole; and a compressed-air supply line for supplying part of air compressed in the compressor to the air pole."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document (JP 2009-205932 A).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between the invention of claim 1 and the inventions of claims 4-6.

Accordingly, claims are classified into two inventions each of which has a special technical feature indicated below.

(Invention 1) the inventions of claims 1-3

"A power generation system including: a first control valve provided in a circulation booster line; a second control valve provided between the circulation booster line of a second compressed-air supply line and a fuel cell; and a control unit which closes the second control valve upon activation of the fuel cell as well as opens the first control valve to start the booster."

(Invention 2) the inventions of claims 4-6

"A power generation system including: a pressure control valve provided in a compressed-air supply line; a detector which is provided in the compressed-air supply line and detects the pressure of compressed air being supplied to the air pole; and a control unit for controlling the opening of the pressure control valve so as to make the pressure of compressed air supplied to the air pole constant in response to a variation in the pressure detected by the detector."

Claims 4-6 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, claims 4-6 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claims 4-6 together with claims 1-3, and consequently, it is impossible to classify claims 4-6 into Invention 1.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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（I P C））

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2000-123853 A（アイシン精機株式会社）2000.04.28,	4, 6
Y	段落[0042], [0045]-[0046], [0050], [0062], 図1（ファミリーなし）	5
Y	JP 9-237634 A（富士電機株式会社）1997.09.09,	5
	第3ページ右欄第23行-第27行（ファミリーなし）	
Y	JP 2008-47504 A（オリンパスイメージング株式会社）2008.02.28,	5
	段落[0069], 図5（ファミリーなし）	

☒ 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

1 4 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

相羽 昌孝

3 H

4 7 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-205932 A (三菱重工業株式会社) 2009. 09. 10, 段落[0020]-[0026], [0032]-[0036], 図 1 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 8-88016 A (石川島播磨重工業株式会社) 1996. 04. 02, 段落[0008]-[0015], 図 1 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 7-105963 A (石川島播磨重工業株式会社) 1995. 04. 21, 段落[0011]-[0016], 図 1 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2007-280676 A (日産自動車株式会社) 2007. 10. 25, 段落[0015], [0019], 図 1 (ファミリーなし)	4-6

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 に係る発明と、請求項 4－6 に係る発明とは、「圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、空気極及び燃料極を有する燃料電池と、前記圧縮機で圧縮した一部の圧縮空気を前記空気極に供給する圧縮空気供給ラインと、を有する発電システム。」という共通の技術的特徴を有している。

しかしながら、当該技術的特徴は、文献（JP 2009-205932 A）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項 1 に係る発明と、請求項 4－6 に係る発明との間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する 2 の発明に区分される。

（発明 1）請求項 1－3 に係る発明

「昇圧機循環ラインに設けられる第 1 制御弁と、

第 2 圧縮空気供給ラインにおける昇圧機循環ラインと燃料電池との間に設けられる第 2 制御弁と、

前記燃料電池の起動時に前記第 2 制御弁を閉作動させると共に前記第 1 制御弁を開作動させて前記昇圧機を始動する制御部と、を有する発電システム。」

（発明 2）請求項 4－6 に係る発明

「圧縮空気供給ラインに設けられる圧力制御弁と、

前記圧縮空気供給ラインに設けられて空気極に供給される圧縮空気の圧力を検出する検出器と、

前記検出器により検出された圧力の変動に基づいて応じて前記空気極に供給される圧縮空気の圧力を一定とするように前記圧力制御弁の開度を制御する制御部と、を有する発電システム。」

請求項 4－6 は、請求項 1 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 4－6 は、発明 1 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 1－3 とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項 4－6 を発明 1 に区分することはできない。