

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-3494

(P2010-3494A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

|                                      |               |             |
|--------------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                         | F I           | テーマコード (参考) |
| <b>HO 1 M 8/04 (2006.01)</b>         | HO 1 M 8/04 Y | 5 H 0 2 6   |
| HO 1 M 8/10 (2006.01)                | HO 1 M 8/04 X | 5 H 0 2 7   |
| HO 1 M 8/00 (2006.01)                | HO 1 M 8/04 J |             |
|                                      | HO 1 M 8/04 Z |             |
|                                      | HO 1 M 8/10   |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 23 頁) 最終頁に続く |               |             |

|           |                              |          |                                |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-160203 (P2008-160203) | (71) 出願人 | 000005326                      |
| (22) 出願日  | 平成20年6月19日 (2008.6.19)       |          | 本田技研工業株式会社                     |
|           |                              |          | 東京都港区南青山二丁目1番1号                |
|           |                              | (74) 代理人 | 100064414                      |
|           |                              |          | 弁理士 磯野 道造                      |
|           |                              | (74) 代理人 | 100111545                      |
|           |                              |          | 弁理士 多田 悦夫                      |
|           |                              | (72) 発明者 | 和氣 千大                          |
|           |                              |          | 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会            |
|           |                              |          | 社本田技術研究所内                      |
|           |                              | (72) 発明者 | 宮田 幸一郎                         |
|           |                              |          | 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会            |
|           |                              |          | 社本田技術研究所内                      |
|           |                              | Fターム(参考) | 5H026 BB03 HH06                |
|           |                              |          | 5H027 AA06 BA13 BA19 BA20 DD00 |
|           |                              |          | DD03 KK52 KK54                 |

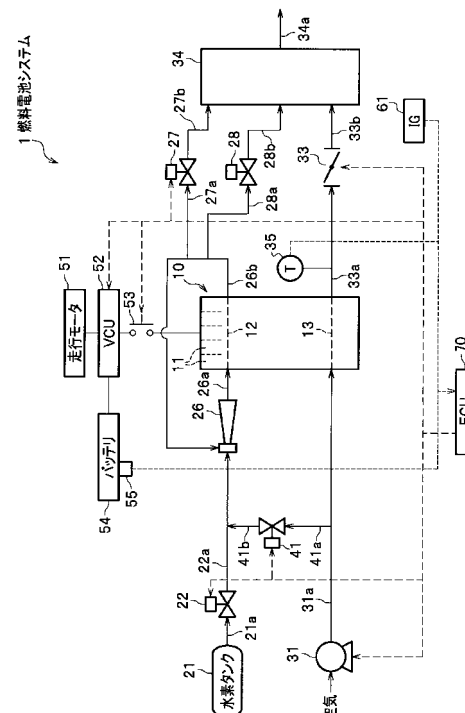
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 掃気及び起動が不可となりにくい燃料電池システム及びその運転方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池スタック10と、バッテリー54と、SOCセンサ55と、液滴掃気モード及び乾燥掃気モードを作動モードとして有すると共に、バッテリー54を電源として作動する掃気手段と、システム停止時におけるSOCと最低SOCとに基づいてシステムの起動可否を判定する起動可否判定手段と、前記乾燥掃気モードの実行の可否を判定する乾燥モード可否判定手段と、を備え、システム停止時におけるSOCが最低SOC以上であり、起動可否判定手段が起動可能であると判定した場合において、SOCが、最低SOCよりも高く、掃気手段が液滴掃気モード及び乾燥掃気モードで作動するために必要な第1SOC以上でないとき、乾燥モード可否判定手段は乾燥掃気モードを実行できないと判定し、掃気手段は当該乾燥掃気モードで作動しない。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、  
前記燃料電池の発電電力を蓄えるバッテリーと、  
前記バッテリーのSOCを検出するSOC検出手段と、  
掃気ガスで前記燃料電池内の液滴を除去する液滴掃気モード、及び、前記液滴除去掃気モードよりも少ない流量の掃気ガスで前記燃料電池内を乾燥する乾燥掃気モード、を作動モードとして有すると共に、前記バッテリーを電源として作動し、システム停止後に前記燃料電池内を掃気する掃気手段と、  
システム停止時における前記バッテリーのSOCと、システム停止から次回起動までに最低必要とされる電力量から設定された最低SOCとに基づいて、システムの起動可否を判定する起動可否判定手段と、  
前記乾燥掃気モードの実行の可否を判定する乾燥モード可否判定手段と、  
を備え、  
システム停止時における前記SOCが前記最低SOC以上であり、前記起動可否判定手段が起動可能であると判定した場合において、  
当該SOCが、前記最低SOCよりも高く、前記掃気手段が前記液滴掃気モード及び前記乾燥掃気モードで作動するために必要な第1SOC以上でないとき、  
前記乾燥モード可否判定手段は前記乾燥掃気モードを実行できないと判定し、  
前記掃気手段は当該乾燥掃気モードで作動しない  
ことを特徴とする燃料電池システム。

## 【請求項 2】

前記最低SOCは、少なくとも、前記液滴掃気モードで作動する前記掃気手段が消費する液滴掃気電力量と、システムを1回起動するために必要な起動1回分電力量と、に基づいて設定される  
ことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 3】

前記起動可否判定手段は、  
システム停止時における前記SOCが、システムを複数回にて起動可能な第2SOC以上である場合、複数回にてシステムを起動可能であると判定し、  
システム停止時における前記SOCが、前記最低SOC以上であり前記第2SOC未満である場合、1回のみシステム起動可能であると判定し、  
前記第2SOCは、前記最低SOCよりも高く、かつ、前記第1SOCよりも低く設定されている  
ことを特徴とする請求項2に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 4】

前記掃気手段は、  
低温環境下での起動後にシステム停止したことにより、システム停止直後における前記燃料電池内の凍結を防止するため、システム停止直後に当該燃料電池を掃気ガスで掃気する停止直後凍結防止モードを作動モードとして有し、  
システム停止時における前記SOCが、停止直後凍結防止モードで作動可能な第3SOC以上である場合、当該停止直後凍結防止モードで作動し、  
システム停止時における前記SOCが、前記最低SOC以上であり前記第3SOC未満である場合、当該停止直後凍結防止モードで作動せず、  
前記第3SOCは、前記最低SOCよりも高く、かつ、前記第2SOCよりも低く設定されている  
ことを特徴とする請求項3に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 5】

反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、  
前記燃料電池の発電電力を蓄えるバッテリーと、

前記バッテリーのSOCを検出するSOC検出手段と、

掃気ガスで前記燃料電池内の液滴を除去する液滴掃気モード、及び、前記液滴除去掃気モードよりも少ない流量の掃気ガスで前記燃料電池内を乾燥する乾燥掃気モード、を作動モードとして有すると共に、前記バッテリーを電源として作動し、システム停止後に前記燃料電池内を掃気する掃気手段と、

システム停止時における前記バッテリーのSOCと、システム停止から次回起動までに最低必要とされる電力量から設定された最低SOCとに基づいて、システムの起動可否を判定する起動可否判定手段と、

前記乾燥掃気モードの実行の可否を判定する乾燥モード可否判定手段と、

を備える燃料電池システムの運転方法であって、

システム停止時における前記SOCが前記最低SOC以上であり、前記起動可否判定手段が起動可能であると判定した場合において、

当該SOCが、前記最低SOCよりも高く、前記掃気手段が前記液滴掃気モード及び前記乾燥掃気モードで作動するために必要な第1SOC以上でないとき、

前記乾燥モード可否判定手段は前記乾燥掃気モードを実行できないと判定し、

前記掃気手段は当該乾燥掃気モードで作動しない

ことを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システム及びその運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、水素（燃料ガス、反応ガス）がアノードに、酸素を含む空気（酸化剤ガス、反応ガス）がカソードに、それぞれ供給されることで発電する固体高分子型燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell：PEFC）等の燃料電池を備える燃料電池システムが着目され、例えば、燃料電池車両に搭載される。

【0003】

このような燃料電池が発電すると、そのカソードで水分（水蒸気）を生成する。また、燃料電池のMEA（Membrane Electrode Assembly：膜電極接合体）を構成する電解質膜（固体高分子膜）を湿潤させ、そのプロトン伝導性を確保するため、例えば、燃料電池に供給される空気は、加湿器等によって加湿される。

【0004】

ところが、燃料電池システムの停止後、燃料電池内に水分が残留したまま放置され、そして、燃料電池が低温環境下に曝されると、燃料電池内が凍結する虞があるので、このように凍結する虞がある場合、掃気ガスによって燃料電池を掃気する技術が提案されている。燃料電池の掃気とは、非加湿の空気や窒素等の掃気ガスによって、燃料電池に残留する水分（結露水、水蒸気）を外部に押し出すことである。

【0005】

そして、このように掃気する場合、発電時に空気を燃料電池に供給するコンプレッサを作動させ、コンプレッサからの空気を加湿せずに、掃気ガスとして燃料電池に供給する技術が提案されている（特許文献1参照）。このように掃気のためにコンプレッサを作動させる場合、燃料電池は発電停止中であるので、コンプレッサは、バッテリー（蓄電装置）を電源として作動する。

【0006】

一方、外部から発電要求があった場合、燃料電池に水素、空気を供給し、発電可能な状態となった後、燃料電池の発電が開始される。すなわち、発電開始前に、コンプレッサ等を作動させ、燃料電池に空気等を供給し、燃料電池を発電可能とする必要があり、このように作動するコンプレッサは、前記バッテリーを電源とする。つまり、燃料電池の発電開始前において、バッテリーのSOC（State Of Charge、充電状態（残量））が十分でなけれ

10

20

30

40

50

ば、コンプレッサを作動できず、燃料電池システムは起動できないことになる。

【0007】

【特許文献1】特開2007-324071号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来、燃料電池を掃気する必要がある場合において、バッテリーのSOCが、掃気に必要な電力量と、次回起動時に必要な電力量とに基づいて、予め設定された所定SOC未満である場合、掃気及び次回起動は不可能と判定していた。

【0009】

そこで、本発明は、掃気及び起動が不可となりにくい燃料電池システム及びその運転方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記課題を解決するための手段として、本発明は、反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、前記燃料電池の発電電力を蓄えるバッテリーと、前記バッテリーのSOC（残量）を検出するSOC検出手段（残量検出手段）と、掃気ガスで前記燃料電池内の液滴を除去する液滴掃気モード、及び、前記液滴除去掃気モードよりも少ない流量の掃気ガスで前記燃料電池内を乾燥する乾燥掃気モード、を作動モードとして有すると共に、前記バッテリーを電源として作動し、システム停止後に前記燃料電池内を掃気する掃気手段と、システム停止時における前記バッテリーのSOCと、システム停止から次回起動までに最低必要とされる電力量から設定された最低SOCとに基づいて、システムの起動可否を判定する起動可否判定手段と、前記乾燥掃気モードの実行の可否を判定する乾燥モード可否判定手段と、を備え、システム停止時における前記SOCが前記最低SOC以上であり、前記起動可否判定手段が起動可能であると判定した場合において、当該SOCが、前記最低SOCよりも高く、前記掃気手段が前記液滴掃気モード及び前記乾燥掃気モードで作動するために必要な第1SOC以上でないとき、前記乾燥モード可否判定手段は前記乾燥掃気モードを実行できないと判定し、前記掃気手段は当該乾燥掃気モードで作動しないことを特徴とする燃料電池システムである。

【0011】

ここで、システムの起動までとは、燃料電池に適切に反応ガスが供給され、燃料電池が発電可能となるまで、例えば、OCV（Open Circuit Voltage）が所定OCVとなるまでを意味する。

このような燃料電池システムによれば、システム停止のSOCが、最低SOC以上であり、起動可能であると判定されている場合において、このSOCが第1SOC以上でなくても、掃気手段が乾燥掃気モードで作動しないのみである。つまり、システム停止時のSOCが、第1SOC以上でなくても、最低SOC以上であれば、乾燥掃気モードの実行を省略するので、掃気及び起動が不可となりにくくなる。

【0012】

また、前記最低SOCは、少なくとも、前記液滴掃気モードで作動する前記掃気手段が消費する液滴掃気電力量と、システムを1回起動するために必要な起動1回分電力量と、に基づいて設定されることを特徴とする燃料電池システムである。

【0013】

このような燃料電池システムによれば、最低SOCが、少なくとも、液滴掃気電力量と、起動1回分電力量とに基づいて設定されるので、システム停止のSOCが、最低SOC以上である場合、液滴掃気モードで作動する掃気手段によって、燃料電池内の液滴を除去し、凍結を防止しつつ、システムを1回起動することができる。

【0014】

また、前記起動可否判定手段は、システム停止時における前記SOCが、システムを複数回にて起動可能な第2SOC以上である場合、複数回にてシステムを起動可能であると

10

20

30

40

50

判定し、システム停止時における前記SOCが、前記最低SOC以上であり前記第2SOC未満である場合、1回のみシステム起動可能であると判定し、前記第2SOCは、前記最低SOCよりも高く、かつ、前記第1SOCよりも低く設定されていることを特徴とする燃料電池システムである。

#### 【0015】

このような燃料電池システムによれば、システム停止時のSOCと、第2SOCとに基づいて、システムを1回のみ起動可能であるか否か、複数回にて起動可能であるか否か、適切に判定できる。

#### 【0016】

また、前記掃気手段は、低温環境下での起動後にシステム停止したことにより、システム停止直後における前記燃料電池内の凍結を防止するため、システム停止直後に当該燃料電池を掃気ガスで掃気する停止直後凍結防止モードを作動モードとして有し、システム停止時における前記SOCが、停止直後凍結防止モードで作動可能な第3SOC以上である場合、当該停止直後凍結防止モードで作動し、システム停止時における前記SOCが、前記最低SOC以上であり前記第3SOC未満である場合、当該停止直後凍結防止モードで作動せず、前記第3SOCは、前記最低SOCよりも高く、かつ、前記第2SOCよりも低く設定されていることを特徴とする燃料電池システムである。

#### 【0017】

このような燃料電池システムによれば、システム停止時のSOCと、第3SOCとに基づいて、停止直後凍結防止モードによる作動の可否が設定される。すなわち、システム停止時のSOCが、第3SOC未満である場合、掃気手段が、停止直後凍結防止モードで作動しないので、バッテリーのSOCが確保され、掃気及び起動が不可となりにくくなる。

#### 【0018】

また、反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、前記燃料電池の発電電力を蓄えるバッテリーと、前記バッテリーのSOCを検出するSOC検出手段と、掃気ガスで前記燃料電池内の液滴を除去する液滴掃気モード、及び、前記液滴除去掃気モードよりも少ない流量の掃気ガスで前記燃料電池内を乾燥する乾燥掃気モード、を作動モードとして有すると共に、前記バッテリーを電源として作動し、システム停止後に前記燃料電池内を掃気する掃気手段と、システム停止時における前記バッテリーのSOCと、システム停止から次回起動までに最低必要とされる電力量から設定された最低SOCとに基づいて、システムの起動可否を判定する起動可否判定手段と、前記乾燥掃気モードの実行の可否を判定する乾燥モード可否判定手段と、を備える燃料電池システムの運転方法であって、システム停止時における前記SOCが前記最低SOC以上であり、前記起動可否判定手段が起動可能であると判定した場合において、当該SOCが、前記最低SOCよりも高く、前記掃気手段が前記液滴掃気モード及び前記乾燥掃気モードで作動するために必要な第1SOC以上でないとき、前記乾燥モード可否判定手段は前記乾燥掃気モードを実行できないと判定し、前記掃気手段は当該乾燥掃気モードで作動しないことを特徴とする燃料電池システムの運転方法である。

#### 【0019】

このような燃料電池システムの運転方法によれば、システム停止のSOCが、最低SOC以上であり、起動可能であると判定されている場合において、このSOCが第1SOC以上でなくても、掃気手段が乾燥掃気モードで作動しないのみである。つまり、システム停止時のSOCが、第1SOC以上でなくても、最低SOC以上であれば、乾燥掃気モードの実行を省略するので、掃気及び起動が不可となりにくくなる。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

本発明によれば、掃気及び起動が不可となりにくい燃料電池システム及びその運転方法を提供する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0021】

10

20

30

40

50

本発明の一実施形態について、図 1 から図 8 を参照して説明する。

#### 【0022】

##### ＜燃料電池システムの構成＞

図 1 に示す本実施形態に係る燃料電池システム 1 は、図示しない燃料電池自動車（移動体）に搭載されている。燃料電池システム 1 は、燃料電池スタック 10 と、燃料電池スタック 10 のアノードに対して水素（燃料ガス、反応ガス）を給排するアノード系と、燃料電池スタック 10 のカソードに対して酸素を含む空気（酸化剤ガス、反応ガス）を給排するカソード系と、掃気時に掃気ガスをアノード系に導入する掃気ガス導入系と、燃料電池スタック 10 の発電電力を消費する電力消費系と、I G 6 1 と、これらを電子制御する E C U 7 0（Electronic Control Unit、電子制御装置）と、を備えている。

10

#### 【0023】

##### ＜燃料電池スタック＞

燃料電池スタック 10 は、複数（例えば 200～400 枚）の固体高分子型の単セル 11 が積層されることで構成されたスタックであり、複数の単セル 11 は電氣的に直列で接続されている。単セル 11 は、M E A（Membrane Electrode Assembly：膜電極接合体）と、これを挟み 2 枚の導電性を有するアノードセパレータ及びカソードセパレータと、を備えている。

#### 【0024】

M E A は、1 価の陽イオン交換膜（例えばパーフルオロスルホン酸型）からなる電解質膜（固体高分子膜）と、これを挟むアノード及びカソードとを備えている。アノード及びカソードは、カーボンペーパー等の導電性を有する多孔質体から主に構成されると共に、アノード及びカソードにおける電極反応を生じさせるための触媒（P t、R u 等）を含んでいる。

20

#### 【0025】

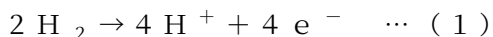
アノードセパレータには、各 M E A のアノードに対して水素を給排するため単セル 11 の積層方向に延びる貫通孔（内部マニホールドと称される）や、単セル 11 の面方向に延びる溝が形成されており、これら貫通孔及び溝がアノード流路 12（燃料ガス流路）として機能している。

カソードセパレータには、各 M E A のカソードに対して空気を給排するため単セル 11 の積層方向に延びる貫通孔（内部マニホールドと称される）や、単セル 11 の面方向に延びる溝が形成されており、これら貫通孔及び溝がカソード流路 13（酸化剤ガス流路）として機能している。

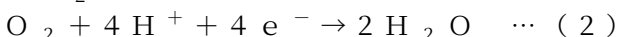
30

#### 【0026】

そして、アノード流路 12 を介して各アノードに水素が供給されると、式（1）の電極反応が起こり、カソード流路 13 を介して各カソードに空気が供給されると、式（2）の電極反応が起こり、各単セル 11 で電位差（O C V（Open Circuit Voltage）、開回路電圧）が発生するようになっている。次いで、燃料電池スタック 10 と走行モータ（図示しない）等の外部回路とが電氣的に接続され、電流が取り出されると、燃料電池スタック 10 が発電するようになっている。



40



#### 【0027】

##### ＜アノード系＞

アノード系は、水素が高圧で封入された水素タンク 21（燃料ガス源）と、常閉型の遮断弁 22 と、エゼクタ 26 と、常閉型のパージ弁 27（燃料ガス排出弁）と、掃気ガス排出弁 28 とを備えている。

#### 【0028】

水素タンク 21 は、水素が高圧で封入されたタンクであり、配管 21 a、遮断弁 22、配管 22 a、エゼクタ 26、配管 26 a を介して、アノード流路 12 の入口に接続されている。そして、E C U 7 0 によって、遮断弁 22 が開かれると、水素タンク 21 の水素が

50

配管 2 2 a 等を介してアノード流路 1 2 に供給されるようになっている。なお、配管 2 2 a には、水素の圧力を所定圧力に減圧させる減圧弁（図示しない）が設けられている。

【0029】

アノード流路 1 2 の出口は、配管 2 6 b（燃料ガス循環ライン）を介して、燃料電池スタック 1 0 の上流のエゼクタ 2 6 の吸込口に接続されている。これにより、アノード流路 1 2（アノード）から排出された未消費の水素を含むアノードオフガスは、エゼクタ 2 6 に戻され、その結果、水素が循環するようになっている。

なお、配管 2 6 b には気液分離器（図示しない）が設けられており、この気液分離器によって、循環する水素に同伴する水分が分離されるようになっている。

【0030】

配管 2 6 b は、配管 2 7 a、パージ弁 2 7、配管 2 7 b を介して、希釈器 3 4 に接続されている。パージ弁 2 7 は、燃料電池スタック 1 0 の発電中において、配管 2 6 b を循環する水素に同伴する不純物（水蒸気、窒素等）を排出（パージ）する場合や、システム起動時において、アノード流路 1 2 を水素に置換する場合、E C U 7 0 によって開かれる設定となっている。

なお、E C U 7 0 は、例えば、複数の単セル 1 1 の電圧を検出するセル電圧モニタ（図示しない）から入力される最低セル電圧が所定セル電圧以下の場合、不純物を排出する必要があると判定し、パージ弁 2 7 を開く設定となっている。

【0031】

また、配管 2 6 b は、配管 2 8 a、掃気ガス排出弁 2 8、配管 2 8 b を介して、希釈器 3 4 に接続されている。掃気ガス排出弁 2 8 は、燃料電池スタック 1 0 のアノード流路 1 2 を掃気する必要がある場合、コンプレッサ 3 1 が作動した状態で、E C U 7 0 によって、後記する掃気ガス導入弁 4 1 と共に開かれる弁である。そして、このように掃気ガス導入弁 4 1 及び掃気ガス排出弁 2 8 が開かれると、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスがアノード流路 1 2 に導入され、アノード流路 1 2 の水分（水蒸気、結露水等）が押し出されるようになっている。

なお、燃料電池システム 1 の停止中において、燃料電池スタックの温度 T 1 が所定温度 T 0（例えば 0℃）以下である場合、燃料電池スタック 1 0 を掃気する必要があると判定される。

【0032】

<カソード系>

カソード系は、コンプレッサ 3 1 と、背圧弁 3 3 と、希釈器 3 4 と、温度センサ 3 5（温度検出手段）とを備えている。

コンプレッサ 3 1 は、配管 3 1 a を介してカソード流路 1 3 の入口に接続されており、E C U 7 0（コンプレッサ制御手段）からの指令に従って作動すると、酸素を含む空気を取り込み、これをカソード流路 1 3 に供給するようになっている。また、コンプレッサ 3 1 は、燃料電池スタック 1 0 を掃気する場合に作動し、掃気ガスを供給する掃気ガス供給手段として機能するようになっている。

【0033】

なお、コンプレッサ 3 1 は、燃料電池スタック 1 0 や、燃料電池スタック 1 0 の発電電力を充電するバッテリー 5 4 を電源として作動する。つまり、コンプレッサ 3 1 は、燃料電池スタック 1 0 の発電停止中、バッテリー 5 4 を電源として作動する。その他、アノード系の遮断弁 2 2、パージ弁 2 7 及び掃気ガス排出弁 2 8、カソード系の背圧弁 3 3、後記する掃気ガス導入弁 4 1 も、燃料電池スタック 1 0 の発電停止中、バッテリー 5 4 を電源として作動する。

【0034】

配管 3 1 a には、カソード流路 1 3 に向かう空気を加湿する加湿器（図示しない）が設けられている。この加湿器は、水分交換可能な中空糸膜を備えており、この中空糸膜を介して、カソード流路 1 3 に向かう空気と、多湿のカソードオフガスとの間で水分交換させるようになっている。なお、この加湿器をバイパスするようにバイパス配管（図示しない

10

20

30

40

50

）が設けられており、燃料電池スタック１０の掃気時には、コンプレッサ３１からの掃気ガスが前記加湿器をバイパスするようになっている。

#### 【００３５】

カソード流路１３の出口は、配管３３ａ、背圧弁３３、配管３３ｂを介して、希釈器３４に接続されている。そして、カソード流路１３（カソード）から排出された多湿のカソードオフガスは、配管３３ａ等を介して希釈器３４に排出され、希釈器３４は、カソードオフガスによって、配管２７ｂから導入されるアノードオフガス中の水素を希釈した後、配管３４ａを介して、車外に排出するようになっている。

背圧弁３３は、バタフライ弁等から構成された常開型の弁であり、その開度はＥＣＵ７０によって制御される。

#### 【００３６】

温度センサ３５は、燃料電池スタック１０の温度を検出するためのものであり、配管３３ａの上流側に取り付けられている。そして、温度センサ３５は、配管３３ａ内の温度を、燃料電池スタック１０の温度として検出し、ＥＣＵ７０に出力するようになっている。ただし、温度センサ３５の位置は、これに限定されず、温度センサ３５が、配管２６ｂや、燃料電池スタック１０から排出された冷媒が通る配管や、燃料電池スタック１０自体に取り付けられた構成でもよい。

#### 【００３７】

##### <掃気ガス導入系>

掃気ガス導入系は、アノード流路１２の掃気時に、コンプレッサ３１からの掃気ガスをアノード系に導く系であり、掃気時にＥＣＵ７０により開かれる常閉型の掃気ガス導入弁４１を備えている。そして、掃気ガス導入弁４１の上流側は、配管４１ａを介して、配管３１ａに接続されており、掃気ガス導入弁４１の下流側は、配管４１ｂを介して配管２２ａに接続されている。

#### 【００３８】

##### <電力消費系>

電力消費系は、走行モータ５１と、ＶＣＵ５２（Voltage Control Unit、電流制御手段）と、コンタクタ５３と、バッテリー５４と、ＳＯＣセンサ５５（ＳＯＣ検出手段）とを備えている。走行モータ５１は、ＶＣＵ５２、コンタクタ５３を介して、燃料電池スタック１０の出力端子（図示しない）に接続されており、バッテリー５４はＶＣＵ５２に接続されている。なお、走行モータ５１とＶＣＵ５２との間に配置されているインバータ（ＰＤＵ：Power Drive Unit）は省略している。

#### 【００３９】

走行モータ５１は、燃料電池自動車の動力源となる外部負荷である。

ＶＣＵ５２は、ＥＣＵ７０から送られる指令電流に従って、燃料電池スタック１０の発電電力（出力電流、出力電圧）を制御（制限）すると共に、バッテリー５４の充放電を制御する機器であり、ＤＣ／ＤＣチョッパ、ＤＣ／ＤＣコンバータ等の電子回路を備えている。つまり、コンタクタ５３がＯＮされた状態において、ＶＣＵ５２が適宜に制御され、燃料電池スタック１０から電流が取り出されると、燃料電池スタック１０が発電するようになっている。

コンタクタ５３は、ＥＣＵ７０の指令に従って、燃料電池スタック１０とＶＣＵ５２との電氣的接続をＯＮ／ＯＦＦするスイッチである。

#### 【００４０】

バッテリー５４は、例えば、複数のリチウムイオン型の二次電池を備えて構成されており、燃料電池スタック１０の過剰電力、走行モータ５１からの回生電力を充電したり、燃料電池スタック１０の不足電力をアシスト（補助）するものである。また、バッテリー５４は、燃料電池スタック１０の発電停止中において、遮断弁２２、パージ弁２７及び掃気ガス排出弁２８と、コンプレッサ３１及び背圧弁３３と、掃気ガス導入弁４１等の電源として機能している。なお、バッテリー５４とコンプレッサ３１等とを接続する電源ラインは省略している。

10

20

30

40

50

## 【0041】

SOCセンサ55は、バッテリー54のSOC（充電状態、残量）を検出するセンサであり、例えば、バッテリー54の出力電圧を検出する電圧センサと、バッテリー54に充放電される電流を検出する電流センサと、を備えている。そして、SOCセンサ55は、検出した電圧と電流とに基づいて、バッテリー54のSOCを算出し、算出したSOCを、ECU70に出力するようになっている。

その他、SOCセンサ55が、電圧及び電流をECU70に出力し、ECU70がSOCを算出する構成でもよい。

## 【0042】

<IG>

10

IG61は、燃料電池自動車及び燃料電池システム1の起動スイッチであり、運転席周りに設けられている。そして、IG61は、そのON信号（システムの起動要求）、OFF信号（システムの停止要求）を、ECU70に出力するようになっている。

## 【0043】

<ECU>

ECU70は、燃料電池システム1を電子制御する制御装置であり、CPU、ROM、RAM、各種インタフェース、電子回路などを含んで構成されている。そして、ECU70は、その内部に記憶されたプログラムに従って、各種機器を適宜に制御するようになっている。

## 【0044】

20

<ECU—停止直後凍結の虞の有無の判定機能>

ECU70は、IG61のOFF後、燃料電池スタック10内が直ちに凍結（これを停止直後凍結とする）する虞があるか否か判定する機能を備えている。

具体的には、ECU70は、直前の発電開始時（IG61、コンタクタ53のON時、図3参照）における燃料電池スタック10の温度T1と、判定時である発電停止時（IG61、コンタクタ53のOFF時、図3参照）における燃料電池スタック10の温度T1と、図2（a）のマップとに基づいて、図2（a）の「停止直後凍結の虞あり」の領域にある場合、停止直後凍結の虞があると判定し、「停止直後凍結の虞なし」の領域にある場合、停止直後凍結の虞がないと判定するように設定されている。なお、境界線上は、停止直後凍結の虞がないと判定するように設定されている。

30

## 【0045】

さらに説明すると、図2（a）の「停止直後凍結の虞なし」の領域は、事前試験等により求められたものであり、図2（b）～図2（d）の「停止直後凍結の虞なし」の領域の和で与えられる。

図2（b）の「停止直後凍結の虞なし」の領域は、発電開始時に着目したものであり、発電開始時の温度T1が、所定温度T2以上ならば、発電停止時の温度T1に関わらず、停止直後凍結の虞はないことを示している。このような所定温度T2は、例えば0～5℃に設定される。

## 【0046】

40

次に、図2（c）の「停止直後凍結の虞なし」の領域は、発電停止時に着目したものであり、発電停止時の温度T1が、所定温度T3以上ならば、発電開始時の温度T1に関わらず、停止直後凍結の虞はないことを示している。このような所定温度T3は、例えば、燃料電池スタック10の暖機完了温度である50～80℃に設定される。

次に、図2（d）の「停止直後凍結の虞なし」の領域は、発電開始時の温度T1が所定温度T2よりも低く、発電停止時の温度T1が所定温度T3よりも低くても、停止までの発電に伴う自己発熱により、停止時において燃料電池スタック10内に氷は存在せず、その後、直ちに、燃料電池スタック10が凍結することはないと判断される領域に設定される。

## 【0047】

<ECU—運転制御機能>

50

ＥＣＵ７０は、ＩＧ６１のＯＦＦ後（発電停止後）において、燃料電池システム１を、希釈器掃気モード、液滴掃気モード、乾燥掃気モード、又は、停止直後凍結防止モードで作動させる機能を備えている。すなわち、前記各モードで作動し、燃料電池スタック１０を掃気する掃気手段は、本実施形態では、掃気ガス排出弁２８と、掃気ガス導入弁４１と、コンプレッサ３１と、背圧弁３３と、これらを制御するＥＣＵ７０とを備えて構成されている。

#### 【００４８】

希釈器掃気モードとは、ＩＧ６１のＯＦＦ前にパージ弁２７が開かれたことによって、ＯＦＦ時に希釈器３４内に残留する水素が、その後、高濃度のまま車外に排出されることを防止するため、希釈器３４に掃気ガスを導入し、水素を希釈しつつ、希釈器３４内の水分を押し出し、希釈器３４を掃気するモードである。

具体的には、希釈器掃気モードで作動する場合、ＥＣＵ７０は、コンプレッサ３１を作動させると共に、背圧弁３３を開き、コンプレッサ３１からの掃気ガスを、希釈器３４に導入するように設定されている。

#### 【００４９】

液滴掃気モードとは、発電停止後、外気温度が低下した等によって、このままでは燃料電池スタック１０が凍結する虞のある場合、燃料電池スタック１０内の液滴（結露水）を、燃料電池スタック１０の外に押し出し、燃料電池スタック１０を掃気するモードである。

具体的には、液滴掃気モードで作動する場合、ＥＣＵ７０は、コンプレッサ３１を作動させると共に、掃気ガス導入弁４１、掃気ガス排出弁２８及び背圧弁３３を開き、コンプレッサ３１からの掃気ガスを、アノード流路１２及びカソード流路１３に導入するように設定されている。

ただし、アノード流路１２及びカソード流路１３を同時に並行して掃気する構成に限定されず、例えば、（１）掃気ガス導入弁４１及び掃気ガス排出弁２８を開き、背圧弁３３を閉じた状態で、アノード流路１２を掃気（アノード掃気）した後、（２）掃気ガス導入弁４１及び掃気ガス排出弁２８を閉じ、背圧弁３３を開いた状態で、カソード流路１３を掃気（カソード掃気）するように、アノード流路１２とカソード流路１３とを別々に掃気する構成でもよい。

#### 【００５０】

乾燥掃気モードとは、外気温度が低下した等によって、このままでは燃料電池スタック１０が凍結する虞のある場合、システム停止（ＩＧ６１のＯＦＦ）後において、電解質膜から浸み出し、多孔質体からなるアノード及びカソードに含まれる水分や、アノード及びカソードの表面に薄膜状で付着する水分を除去し、アノード及びカソードを適度に乾燥させるモードである。そして、この乾燥掃気モードを実行することにより、凍結等によるＭＥＡの劣化が防止されるようになっている。

具体的には、乾燥掃気モードで作動する場合、ＥＣＵ７０は、液滴掃気モードと同様に、コンプレッサ３１を作動させると共に、掃気ガス導入弁４１、掃気ガス排出弁２８及び背圧弁３３を開き、コンプレッサ３１からの掃気ガスを、アノード流路１２及びカソード流路１３に導入するように設定されている。

ただし、アノード流路１２とカソード流路１３とを別々に掃気する構成でもよい。

#### 【００５１】

停止直後凍結防止モードとは、ＩＧ６１のＯＦＦ後、直ちに、燃料電池スタック１０内が凍結（停止直後凍結）する虞があるので、この凍結を防止するべく、燃料電池スタック１０内の水分（結露水、水蒸気等）を、ＩＧ６１のＯＦＦ後、直ちに、外部に押し出し、燃料電池スタック１０を掃気するモードである。

具体的には、直後凍結防止モードで作動する場合、ＥＣＵ７０は、液滴掃気モード、乾燥掃気モードと同様に、コンプレッサ３１を作動させると共に、掃気ガス導入弁４１、掃気ガス排出弁２８及び背圧弁３３を開き、コンプレッサ３１からの掃気ガスを、アノード流路１２及びカソード流路１３に導入するように設定されている。

ただし、アノード流路 1 2 とカソード流路 1 3 とを別々に掃気する構成でもよい。

#### 【0052】

このような希釈器掃気モード、液滴掃気モード、乾燥掃気モード、停止直後凍結防止モードにおける作動条件（コンプレッサ 3 1 の回転速度等）や、各モードを実行する所定時間は、事前試験等により求められ、予め ECU 7 0 に記憶されている。したがって、各モードを実行するために必要な電力量（希釈器掃気電力量、液滴掃気電力量、乾燥掃気電力量、凍結防止掃気電力量）も事前試験等により求められている。また、各モードを実行する場合、燃料電池スタック 1 0 は発電しておらず、バッテリー 5 4 を電源としてコンプレッサ 3 1 等が作動するので、各モードを実行するための電力量（希釈器掃気電力量等）に基づいて、必要とされるバッテリー 5 4 の SOC も事前試験等により求められている。

10

#### 【0053】

ここで、液滴掃気モード、停止直後凍結防止モードでは、アノード流路 1 2、カソード流路 1 3 に残留する液滴状の水分を押し出す必要があるため、掃気ガスは大流量であることが好ましい。そのため、液滴掃気モード、停止直後凍結防止モードにおけるコンプレッサ 3 1 の回転速度は、希釈器掃気モード、乾燥掃気モードにおける回転速度よりも、高く設定される。

また、システム停止後において、電解質膜に含まれる水分は、徐々に、アノード、カソードに浸み出すので、乾燥掃気モードの実行時間は、液滴掃気モードの実行時間よりも長く設定される。さらに、小流量（少ない流量）で掃気ガスを導入することにより、MEA 等を速やかに乾燥できるという発明者の知見に基づいて、乾燥掃気モードにおけるコンプレッサ 3 1 の回転速度は、液滴掃気モードにおける回転速度よりも低く設定される。

20

#### 【0054】

さらに、希釈器掃気モード及び液滴掃気モードは、乾燥掃気モード及び停止直後凍結防止モードよりも優先して実行するように設定されており、停止直後凍結防止モードは、乾燥掃気モードよりも優先して実行するように設定されている（図 4、図 5 参照）。

#### 【0055】

< ECU 起動可否判定機能、掃気パターン設定機能 >

ECU 7 0（起動可否判定手段）は、IG 6 1 の OFF 時（システム停止時）におけるバッテリー 5 4 の SOC と、判定基準となる最低 SOC 等とに基づいて、その後、システムの起動可否を判定する機能を備えている。

30

また、ECU 7 0 は、IG 6 1 の OFF 時におけるバッテリー 5 4 の SOC と、判定基準となる最低 SOC 等とに基づいて、その後、いずれのパターンで燃料電池スタック 1 0 を掃気するかを設定する機能を備えている。つまり、ECU 7 0（乾燥モード可否判定手段）は、最低 SOC 等とに基づいて、乾燥掃気モードの実行の可否を判定する機能を備えている。

#### 【0056】

< 停止直後凍結の虞がないケース >

まず、IG 6 1 の OFF 後、停止直後凍結の虞がない場合の起動可否の判定機能、掃気パターンの設定機能について、図 4 を参照して説明する。

この場合、ECU 7 0 は、IG 6 1 の OFF 時の SOC と、最低 SOC、第 1 SOC、第 2 SOC とに基づいて、システムの起動可否を判定し、掃気パターン A ~ B のいずれで掃気するかを設定するようになっている。

40

また、最低 SOC、第 1 SOC、第 2 SOC は、「第 1 SOC（例えば 35%）> 第 2 SOC（例えば 30%）> 最低 SOC（例えば 25%）」のように設定される。

#### 【0057】

最低 SOC は、IG 6 1 の OFF から次のシステム起動までに最低必要とされる電力量に基づいて設定された SOC である。具体的には、最低 SOC は、IG 6 1 の OFF 後、希釈器掃気モードで作動する際に消費される消費電力量（希釈器掃気電力量）と、液滴掃気モードで作動する際に消費される消費電力量（液滴掃気電力量）と、その後にシステムを 1 回起動するために必要な起動 1 回分電力量と、に基づいて設定される。

50

システムを1回起動するために必要な起動1回分電力量とは、IG61がONされた後、アノード流路12を水素に、カソード流路13を空気に置換し、発電可能な所定のOCVを発生させるまでに作動する遮断弁22、パージ弁27、コンプレッサ31等が消費する消費電力量であり、事前試験等により求められる。

#### 【0058】

第1SOCは、最低SOCよりも高く設定されたSOCであり、IG61のOFF後、希釈器掃気モードでの消費電力量（希釈器掃気電力量）と、液滴掃気モードでの消費電力量（液滴掃気電力量）と、乾燥掃気モードでの消費電力量（乾燥掃気電力量）と、その後にシステムを2回起動するために必要な起動2回分電力量（起動複数回分電力量）と、に基づいて設定される。

10

#### 【0059】

第2SOCは、最低SOCよりも高く、かつ、第1SOCよりも低く設定されたSOCであり、希釈器掃気モードでの消費電力量（希釈器掃気電力量）と、液滴掃気モードでの消費電力量（液滴掃気電力量）と、その後にシステムを2回起動するために必要な起動2回分電力量と、に基づいて設定される。

#### 【0060】

そして、ECU70は、OFF時のSOCが最低SOC未満である場合（ $SOC < \text{最低SOC}$ ）、ECU70はいずれの掃気パターンで掃気することもできず、かつ、システムを起動できないと（掃気・起動不可）と判定するように設定されている。

#### 【0061】

20

また、ECU70は、OFF時のSOCが、最低SOC以上であり、かつ、第2SOC未満である場合（ $\text{最低SOC} \leq SOC < \text{第2SOC}$ ）、希釈器掃気モード、及び、液滴掃気モードを実行し、乾燥掃気モードを実行しない掃気パターンBを選択するように設定されている。この場合、システムを1回のみ起動可能と判定するように設定されている。

#### 【0062】

さらに、ECU70は、OFF時のSOCが、第2SOC以上であり、かつ、第1SOC未満である場合（ $\text{第2SOC} \leq SOC < \text{第1SOC}$ ）、希釈器掃気モード、及び、液滴掃気モードを実行し、乾燥掃気モードを実行しない掃気パターンBを選択するように設定されている。この場合、システムを2回起動可能と判定するように設定されている。

#### 【0063】

30

さらにまた、ECU70は、OFF時のSOCが、第1SOC以上である場合（ $\text{第1SOC} \leq SOC$ ）、希釈器掃気モード、液滴掃気モード、及び、乾燥掃気モードを実行する掃気パターンAを選択するように設定されている。この場合、システムを2回起動可能と判定するように設定されている。

#### 【0064】

すなわち、停止直後凍結の虞がないケースにおいて、バッテリー54のSOCを確保する優先度は、「希釈器掃気モード、液滴掃気モード、及び、システム1回起動」、「システム2回起動」、「乾燥掃気モード」の順で設定されている（図4参照）。

#### 【0065】

40

<停止直後凍結の虞があるケース>

次に、IG61のOFF後、停止直後凍結の虞がある場合の起動可否の判定機能、掃気パターンの設定機能について、図5を参照して説明する。

なお、この場合、ECU70は、IG61のOFF時のSOCと、最低SOC、第1SOC'、第2SOC'、第3SOC'とに基づいて、システムの起動可否を判定し、掃気パターンC～Eのいずれで掃気するかを設定するようになっている。

また、最低SOC、第1SOC'、第2SOC'、第3SOC'は、「第1SOC'（例えば40%）>第2SOC'（例えば35%）>第3SOC'（例えば30%）>最低SOC（例えば25%）」のように設定されている。さらに、第1SOC'、第2SOC'は、第1SOC、第2SOCに対して、それぞれ、停止直後凍結防止モードでの消費電力量（SOCで5%）を上乗せして設定されている。

50

## 【0066】

第1SOC'は、最低SOCよりも高く設定されたSOCであり、IG61のOFF後、希釈器掃気モードでの消費電力量（希釈器掃気電力量）と、液滴掃気モードでの消費電力量（液滴掃気電力量）と、乾燥掃気モードでの消費電力量（乾燥掃気電力量）と、停止直後凍結防止モードでの消費電力量（停止直後凍結防止電力量）と、その後にシステムを2回起動するために必要な起動2回分電力量と、に基づいて設定される。

## 【0067】

第2SOC'は、最低SOCよりも高く、かつ、第1SOC'よりも低く設定されたSOCであり、希釈器掃気モードでの消費電力量（希釈器掃気電力量）と、液滴掃気モードでの消費電力量（液滴掃気電力量）と、停止直後凍結防止モードでの消費電力量（停止直後凍結防止電力量）と、その後にシステムを2回起動するために必要な起動2回分電力量と、に基づいて設定される。

10

## 【0068】

第3SOC'は、最低SOCよりも高く、かつ、第2SOC'よりも低く設定されたSOCであり、希釈器掃気モードでの消費電力量（希釈器掃気電力量）と、液滴掃気モードでの消費電力量（液滴掃気電力量）と、停止直後凍結防止モードでの消費電力量（停止直後凍結防止電力量）と、その後にシステムを1回起動するために必要な起動1回分電力量と、に基づいて設定される。

## 【0069】

そして、ECU70は、OFF時のSOCが最低SOC未満である場合（ $SOC < \text{最低} SOC$ ）、ECU70はいずれの掃気パターンで掃気することもできず、かつ、システムを起動できないと（掃気・起動不可）と判定するように設定されている。

20

## 【0070】

また、ECU70は、OFF時のSOCが、最低SOC以上であり、かつ、第3SOC'未満である場合（ $\text{最低} SOC \leq SOC < \text{第} 3 SOC'$ ）、希釈器掃気モード、及び、液滴掃気モードを実行し、乾燥掃気モード、及び、停止直後凍結防止モードを実行しない掃気パターンEを選択するように設定されている。この場合、システムを1回のみ起動可能と判定するように設定されている。

## 【0071】

さらに、ECU70は、OFF時のSOCが、第3SOC'以上であり、かつ、第2SOC'未満である場合（ $\text{第} 3 SOC' \leq SOC < \text{第} 2 SOC'$ ）、希釈器掃気モード、液滴掃気モード、及び、停止直後凍結防止モードを実行し、乾燥掃気モードを実行しない掃気パターンDを選択するように設定されている。この場合、システムを1回のみ起動可能と判定するように設定されている。

30

## 【0072】

さらにまた、ECU70は、OFF時のSOCが、第2SOC'以上であり、かつ、第1SOC'未満である場合（ $\text{第} 2 SOC' \leq SOC < \text{第} 1 SOC'$ ）、希釈器掃気モード、液滴掃気モード、及び、停止直後凍結防止モードを実行し、乾燥掃気モードを実行しない掃気パターンDを選択するように設定されている。この場合、システムを2回起動可能と判定するように設定されている。

40

## 【0073】

また、ECU70は、OFF時のSOCが、第1SOC'以上である場合（ $\text{第} 1 SOC' \leq SOC$ ）、希釈器掃気モード、液滴掃気モード、乾燥掃気モード、及び、停止直後凍結防止モードを実行する掃気パターンCを選択するように設定されている。この場合、システムを2回起動可能と判定するように設定されている。

## 【0074】

すなわち、停止直後凍結の虞があるケースにおいて、バッテリー54のSOCを確保する優先度は、「希釈器掃気モード、液滴掃気モード、及び、システム1回起動」、「停止直後凍結防止モード」、「システム2回起動」、「乾燥掃気モード」の順で設定されている（図5参照）。

50

## 【0075】

## ≪燃料電池システムの動作≫

次に、燃料電池システム1の動作と共に、その運転方法について、図6を主に参照して説明する。

なお、初期状態において、IG61はONされており、燃料電池システム1は作動、つまり、燃料電池スタック10は発電している。また、前回起動時における燃料電池スタック10の温度T1（図3参照）は、ECU70に記憶されている。そして、燃料電池自動車（燃料電池システム1）を停止させるため、運転者によりIG61がOFFされると、図6に示す処理が開始する。

## 【0076】

ステップS101において、ECU70は、コンタクタ53をOFFし、燃料電池スタック10の発電を停止する。これと共に、ECU70は、遮断弁22を閉じ、水素タンク21からアノード流路12への水素供給を停止する。

## 【0077】

ステップS102において、ECU70は、SOCセンサ55から入力される現在（OFF時）のSOCが、最低SOC以上であるか否か判定する。

現在のSOCが最低SOC以上であると判定した場合（S102・Yes）、ECU70の処理はステップS104に進む。このように進む場合は、少なくとも後記する希釈器掃気モード（S107）及び液滴掃気モード（S111）を実行可能であると共に、燃料電池システム1を少なくとも1回起動可能であると判定される場合である。

一方、現在のSOCが最低SOC以上でないと判定した場合（S102・No）、ECU70の処理はステップS103に進む。

## 【0078】

ステップS103において、ECU70は、警告ランプ（図示しない）を点灯させ、現在のSOCが最低SOC以上でないため、燃料電池スタック10を掃気できず、また、燃料電池システム1を再起動できないことを、運転者に報知する。このように報知された場合、運転者は家庭用電源等からバッテリー54に充電し、バッテリー54のSOCを回復させることが好ましい。そして、SOCが回復したと判定された場合、ECU70の処理がステップS104に進むような構成としてもよい。

## 【0079】

その他、最低SOC以上でなかったとしても、バッテリー54を電源としてコンプレッサ31を作動させ、停止直後凍結防止モード（S108）、希釈器掃気モード（S105、S106）、液滴掃気モード（S111）、乾燥掃気モード（S113）を適宜に実行する構成としてもよい。このように希釈器掃気モード等を実行すれば、バッテリー54が過放電してしまい、その劣化が進むが、高濃度の水素が排出されることを防止すると共に、燃料電池スタック10の凍結を防止できる。

## 【0080】

ステップS104において、ECU70は、IG61のON時の温度T1と、OFF時の温度T1と、図2（a）とに基づいて、停止直後凍結、つまり、この後、直ちに、燃料電池スタック10が凍結する虞があるか否か判定する。

直ちに凍結する虞があると判定した場合（S104・Yes）、ECU70の処理はステップS300に進む。一方、直ちに凍結する虞はないと判定した場合（S104・No）、ECU70の処理はステップS200に進む。

このような判定方法の他、例えば、外気温度センサ（図示しない）から入力される外気温度が、凍結する虞のない所定温度（例えば10℃）以上である場合や、内部クロックから求められる現在の季節（月）が、凍結する虞のある冬（例えば11～3月）以外である場合、ECU70は、その後直ちに凍結する虞はない、と判定する構成としてもよい。

## 【0081】

ステップS200において、ECU70は、燃料電池スタック10が停止直後凍結する虞はない場合における掃気パターンA～Bを設定する（図4参照）。具体的な設定処理は

10

20

30

40

50

、後で説明する。その後、E C U 7 0 の処理は、ステップ S 1 0 5 に進む。

【0082】

ステップ S 1 0 5 において、E C U 7 0 は、燃料電池システム 1 を希釈器掃気モードで作動させる。具体的には、E C U 7 0 は、コンプレッサ 3 1 を作動させると共に、背圧弁 3 3 を開き、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスを、カソード流路 1 3 等を介して希釈器 3 4 内に導入する。これにより、システム停止前（I G 6 1 の O F F 前）に、パージ弁 2 7 が開かれ、希釈器 3 4 内にパージされた水素が残留していたとしても、希釈器 3 4 内に導入される掃気ガスによって希釈され、高濃度の水素がそのまま車外に排出されることは防止される。また、このように導入される掃気ガスによって、希釈器 3 4 内の水分が押し出され、希釈器 3 4 が掃気される。

10

【0083】

所定時間経過後、E C U 7 0 は希釈器掃気モードでの運転を終了させる。そして、E C U 7 0 の処理はステップ S 1 0 9 に進む。なお、希釈器掃気モードを実行する前記所定時間は、事前試験等により求められ、E C U 7 0 に予め記憶されている。

【0084】

ステップ S 3 0 0 において、E C U 7 0 は、燃料電池スタック 1 0 が停止直後凍結する虞がある場合における掃気パターン C ~ E を設定する（図 5 参照）。具体的な設定処理は、後で説明する。その後、E C U 7 0 の処理は、ステップ S 1 0 6 に進む。

【0085】

ステップ S 1 0 6 において、E C U 7 0 は、ステップ S 1 0 5 と同様に、燃料電池システム 1 を希釈器掃気モードで作動させる。所定時間経過後、E C U 7 0 は希釈器掃気モードでの運転を終了させ、E C U 7 0 の処理はステップ S 1 0 7 に進む。

20

この他、直後凍結防止モードが選択される場合、この後、直後凍結防止モードで運転されることにより（S 1 0 8）、希釈器 3 4 に掃気ガスが導入され、希釈器 3 4 が掃気されるので、希釈器掃気モード（S 1 0 6）を省略する構成としてもよい。したがって、このように省略する構成とする場合、図 5 の第 1 S O C ' ~ 第 3 S O C ' は、希釈器掃気モードでの消費電力量を減じた S O C に設定すればよい。

【0086】

ステップ S 1 0 7 において、E C U 7 0 は、停止直後凍結モードが選択されているか否か判定する。ここで、ステップ S 3 0 0 に係る掃気パターンの設定処理において、停止直後凍結防止モードを含む掃気パターン C、D が設定されている場合、停止直後凍結モードが選択されていると判定される。

30

停止直後凍結モードが選択されていると判定した場合（S 1 0 7 ・ Y e s）、E C U 7 0 の処理はステップ S 1 0 8 に進む。一方、凍結防止掃気モードが選択されていないと判定した場合（S 1 0 7 ・ N o）、E C U 7 0 の処理はステップ S 1 0 9 に進む。

【0087】

ステップ S 1 0 8 において、E C U 7 0 は、直ちに、燃料電池システム 1 を停止直後凍結モードで作動させる。具体的には、E C U 7 0 は、コンプレッサ 3 1 を作動させると共に、掃気ガス導入弁 4 1、掃気ガス排出弁 2 8 及び背圧弁 3 3 を開く。そうすると、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスが、アノード流路 1 2 及びカソード流路 1 3 に導入され、アノード流路 1 2 及びカソード流路 1 3 に残留する水分（水蒸気、結露水等）が押し出される。これにより、燃料電池スタック 1 0 の停止直後凍結は防止される。

40

【0088】

所定時間経過後、E C U 7 0 は停止直後凍結モードでの作動を終了させる。そして、E C U 7 0 の処理はステップ S 1 0 9 に進む。なお、停止直後凍結モードを実行する前記所定時間は、事前試験等により求められ、E C U 7 0 に予め記憶されている。

【0089】

この他、I G 6 1 の O F F 時における燃料電池スタック 1 0 の温度 T 1 に基づいて、直後に凍結する虞の程度を推定し、停止直後凍結モードの実行時間を設定する構成としてもよい。この構成の場合、燃料電池スタック 1 0 の温度 T 1 が低くなるほど、実行時間は長

50

くなり、停止直後凍結モードにおける消費電力量が変化することになる。したがって、この構成の場合、設定された実行時間に基づいて、停止直後凍結モードでの消費電力量が算出され、算出された消費電力量に基づいて、第1SOC～第3SOC'が設定される(図5参照)。これと同様に、OFF時の温度T1に基づいて、希釈器掃気モード、液滴掃気モード、乾燥掃気モードでの消費電力量を算出し、第1SOC等を設定してもよい。

#### 【0090】

ステップS109において、ECU70は、燃料電池スタック10を掃気する必要があるか否か判定する。具体的には、温度センサ35から入力される燃料電池スタック10の温度T1が所定温度T0以下である場合、掃気は必要であると判定され、所定温度T0以下でない場合、掃気は必要でないと判定される。所定温度T0は、燃料電池スタック10の温度T1がこの温度以下に下がると、燃料電池スタック10内が凍結する虞があると判断される温度(例えば0℃)であり、事前試験等により求められ、ECU70に予め記憶されている。

10

#### 【0091】

そして、燃料電池スタック10を掃気する必要があると判定した場合(S109・Yes)、ECU70の処理はステップS111に進む。一方、燃料電池スタック10を掃気する必要がないと判定した場合(S109・No)、ECU70の処理はステップS110に進む。

#### 【0092】

ステップS110において、ECU70は、内部クロックを利用して、ステップS109の判定の後、所定時間(例えば30分～1時間)経過したか否か判定する。

20

所定時間経過したと判定した場合(S110・Yes)、ECU70の処理はステップS109に進む。一方、所定時間経過していないと判定した場合(S110・No)、ECU70は、ステップS110の判定を繰り返す。

これにより、ステップS109の判定結果がNoであったとしても、所定時間経過毎に(S110・Yes)、ステップS109の判定処理が実行されるので、燃料電池スタック10の凍結を防止できる。

#### 【0093】

ステップS111において、ECU70は、燃料電池システム1を液滴掃気モードで作動させる。具体的には、ECU70は、コンプレッサ31を作動させると共に、掃気ガス導入弁41、掃気ガス排出弁28及び背圧弁33を開き、コンプレッサ31からの掃気ガスを、アノード流路12及びカソード流路13にそれぞれ導入する。そうすると、導入された掃気ガスが、アノード流路12、カソード流路13に残留する液滴(結露水等)を燃料電池スタック10から押し出し、燃料電池スタック10が掃気される。

30

#### 【0094】

所定時間経過後、ECU70は液滴掃気モードでの作動を終了させる。そして、ECU70の処理はステップS112に進む。なお、液滴掃気モードを実行する前記所定時間は、事前試験等により求められ、ECU70に予め記憶されている。

#### 【0095】

ステップS112において、ECU70は、乾燥掃気モードが選択されているか否か判定する。ここで、ステップS200、S300における掃気パターンA、Cが設定されている場合、乾燥掃気モードが選択されていると判定される。

40

乾燥掃気モードが選択されていると判定した場合(S112・Yes)、ECU70の処理はステップS113に進む。一方、乾燥掃気モードが選択されていないと判定した場合(S112・No)、ECU70の処理はENDに進み、システム停止時の制御処理を終了する。

#### 【0096】

ステップS113において、ECU70は、燃料電池システム1を乾燥掃気モードで作動させる。具体的には、ECU70は、コンプレッサ31を作動させると共に、掃気ガス

50

導入弁 4 1、掃気ガス排出弁 2 8 及び背圧弁 3 3 を開き、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスを、アノード流路 1 2 及びカソード流路 1 3 にそれぞれ導入する。そうすると、電解質膜から浸み出し、多孔質体からなるアノード及びカソードに含まれる水分や、アノード及びカソードの表面に薄膜状で付着する水分が、アノード流路 1 2、カソード流路 1 3 を通流する掃気ガスに、持ち去られ、アノード及びカソードの乾燥が進む。

#### 【0097】

所定時間経過後、ECU 7 0 は乾燥掃気モードでの作動を終了させる。そして、ECU 7 0 の処理はステップ E N D に進み、システム停止時の制御処理を終了する。なお、乾燥掃気モードを実行する前記所定時間は、事前試験等により求められ、ECU 7 0 に予め記憶されている。

10

#### 【0098】

##### <掃気パターン設定処理 S 2 0 0>

次に、ステップ S 2 0 0 における掃気パターンの設定処理、つまり、停止直後凍結の虞がない場合における掃気パターンの設定処理の具体的内容について、図 7 を参照して説明する。

ステップ S 2 0 1 において、ECU 7 0 は、SOC センサ 5 5 から入力される現在の SOC が、第 1 SOC 以上であるか否かを判定する。

現在の SOC が第 1 SOC 以上である場合 (S 2 0 1・Yes)、乾燥掃気モードを実行可能と判定し、ECU 7 0 の処理はステップ S 2 0 2 に進む。一方、現在の SOC が第 1 SOC 以上でない場合 (S 2 0 1・No)、乾燥掃気モードを実行不可と判定し、ECU 7 0 の処理はステップ S 2 0 3 に進む。

20

#### 【0099】

ステップ S 2 0 2 において、ECU 7 0 は、掃気パターン A (図 4 参照) を設定する。その後、ECU 7 0 の処理は、E N D を経由して、図 6 のステップ S 1 0 5 に進む。

#### 【0100】

ステップ S 2 0 3 において、ECU 7 0 は、現在の SOC が第 2 SOC 以上であるか否かを判定する。

現在の SOC が第 2 SOC 以上である場合 (S 2 0 3・Yes)、この後、燃料電池システム 1 を 2 回起動可能であると判定し、ECU 7 0 の処理はステップ S 2 0 4 に進む。一方、現在の SOC が第 2 SOC 以上でない場合 (S 2 0 3・No)、この後、燃料電池システム 1 を 1 回のみ起動可能であると判定し、ECU 7 0 の処理はステップ S 2 0 5 に進む。

30

#### 【0101】

ステップ S 2 0 4 において、ECU 7 0 は、掃気パターン B (図 4 参照) を設定する。その後、ECU 7 0 の処理は、E N D を経由して、図 6 のステップ S 1 0 5 に進む。

#### 【0102】

ステップ S 2 0 5 において、ECU 7 0 は、掃気パターン B (図 4 参照) を設定する。

ステップ S 2 0 6 において、ECU 7 0 は、燃料電池システム 1 を 1 回のみ起動可能であることを運転者に報知するため、起動ランプ (図示しない) を点灯させる。そして、次回起動後において、運転ランプが点灯していることを検知した運転者は、バッテリー 5 4 の SOC が低いので、仮に I G 6 1 を直ちに O F F した場合、その後、システムを起動できないと認識できる。

40

その他、I G 6 1 が O N され、燃料電池システム 1 が起動した後、I G 6 1 が直ちに O F F されたとしても、バッテリー 5 4 の充電が完了するまで、燃料電池スタック 1 0 の発電を停止しない構成としてもよい。

その後、ECU 7 0 の処理は、E N D を経由して、図 6 のステップ S 1 0 5 に進む。

#### 【0103】

##### <掃気パターン設定処理 S 3 0 0>

次に、ステップ S 3 0 0 における掃気パターンの設定処理、つまり、停止直後凍結の虞がある場合における掃気パターンの設定処理の具体的内容について、図 8 を参照して説明

50

する。

ステップ S 3 0 1 において、E C U 7 0 は、S O C センサ 5 5 から入力される現在の S O C が、第 1 S O C ' 以上であるか否か判定する。

現在の S O C が第 1 S O C ' 以上である場合 ( S 3 0 1 ・ Y e s ) 、乾燥掃気モードを実行可能と判定し、E C U 7 0 の処理はステップ S 3 0 2 に進む。一方、現在の S O C が第 1 S O C ' 以上でない場合 ( S 3 0 1 ・ N o ) 、乾燥掃気モードを実行不可と判定し、E C U 7 0 の処理はステップ S 3 0 3 に進む。

【 0 1 0 4 】

ステップ S 3 0 2 において、E C U 7 0 は、掃気パターン C ( 図 5 参照 ) を設定する。その後、E C U 7 0 の処理は、E N D を経由して、図 6 のステップ S 1 0 6 に進む。

10

【 0 1 0 5 】

ステップ S 3 0 3 において、E C U 7 0 は、現在の S O C が第 2 S O C ' 以上であるか否か判定する。

現在の S O C が第 2 S O C ' 以上である場合 ( S 3 0 3 ・ Y e s ) 、この後、燃料電池システム 1 を 2 回起動可能であると判定し、E C U 7 0 の処理はステップ S 3 0 4 に進む。一方、現在の S O C が第 2 S O C ' 以上でない場合 ( S 3 0 3 ・ N o ) 、この後、燃料電池システム 1 を 1 回のみ起動可能であると判定し、E C U 7 0 の処理はステップ S 3 0 5 に進む。

【 0 1 0 6 】

ステップ S 3 0 4 において、E C U 7 0 は、掃気パターン D ( 図 5 参照 ) を設定する。その後、E C U 7 0 の処理は、E N D を経由して、図 6 のステップ S 1 0 6 に進む。

20

【 0 1 0 7 】

ステップ S 3 0 5 において、E C U 7 0 は、現在の S O C が第 3 S O C ' 以上であるか否か判定する。

現在の S O C が第 3 S O C ' 以上である場合 ( S 3 0 5 ・ Y e s ) 、E C U 7 0 の処理はステップ S 3 0 6 に進む。一方、現在の S O C が第 3 S O C ' 以上でない場合 ( S 3 0 5 ・ N o ) 、E C U 7 0 の処理はステップ S 3 0 8 に進む。

【 0 1 0 8 】

ステップ S 3 0 6 において、E C U 7 0 は、掃気パターン D ( 図 5 参照 ) を設定する。

ステップ S 3 0 7 において、E C U 7 0 は、図 7 のステップ S 2 0 6 と同様に、燃料電池システム 1 を 1 回のみ起動可能であることを運転者に報知するため、起動ランプ ( 図示しない ) を点灯させる。

30

その後、E C U 7 0 の処理は、E N D を経由して、図 6 のステップ S 1 0 6 に進む。

【 0 1 0 9 】

ステップ S 3 0 8 において、E C U 7 0 は、掃気パターン E ( 図 5 参照 ) を設定する。

その後、E C U 7 0 の処理は、ステップ S 3 0 7 に進む。

【 0 1 1 0 】

《 燃料電池システムの効果 》

このような燃料電池システム 1 によれば、次の効果を得る。

I G 6 1 O F F 時 ( システム停止時 ) の S O C が、第 1 S O C 又は第 1 S O C ' 未満であっても、O F F 時の S O C に対応して、掃気パターンを選択、つまり、掃気モード ( 希釈器掃気モード、液滴掃気モード、乾燥掃気モード、停止直後凍結防止モード ) を選択して実行するので、O F F 時の S O C に対応した掃気モードで掃気しつつ、システムが起動不能となることを防止できる。

40

【 0 1 1 1 】

また、掃気・起動の可否の最低判定基準である最低 S O C は、希釈器掃気モード及び液滴掃気モードの消費電力量と、システム 1 回起動分の起動 1 回分電力量とに基づいて設定されるので、O F F 時の S O C が最低 S O C 以上である場合、希釈器掃気モードでの作動により、希釈器 3 4 内の水素を希釈し、液滴掃気モードでの作動により、燃料電池スタック 1 0 内の液滴を除去し、凍結を防止しつつ、システム 1 回起動分の S O C を確保できる

50

。

#### 【0112】

さらに、OFF時のSOCに対応して、システムの起動可能回数（1回又は2回）を適切に選択できる。すなわち、SOCが少ない場合、システムの起動可能回数を2回から1回に減らしつつ、燃料電池スタック10の掃気を優先的に実行できる。

#### 【0113】

さらにまた、IG61のOFF直後、燃料電池スタック10が直ちに凍結する虞がある場合において、SOCが第3SOC'未満であるとき、直後凍結防止モードを実行しないので、システムが起動不可となることを防止できる。

#### 【0114】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、例えば次のように変更することができる。

#### 【0115】

前記した実施形態では、発電開始時の温度T1と発電停止時の温度T1とに基づいて、停止直後凍結の虞があるか否か判定する構成を例示したが、その他に例えば、発電開始時の温度T1と、発電停止時までの燃料電池スタック10の積算発電量、積算発熱量等とに基づいて、停止直後凍結の虞があるか否か判定する構成でもよい。

#### 【0116】

前記した実施形態に係る掃気モード（希釈器掃気モード等）に加えて、例えば、発電停止から所定時間（例えば1.5時間）経過した場合、前記した液滴掃気モードよりも少ない流量の掃気ガスで、アノード流路12の水蒸気を掃気しつつ、空気に置換する空気置換掃気モードを備える構成としてもよい。このように空気置換掃気モードを備える場合、空気置換掃気モードを実行する際の消費電力量に基づいて、第1SOC等を設定すればよい。

。

#### 【0117】

前記した実施形態では、燃料電池自動車に搭載された燃料電池システム1に、本発明を適用した場合を例示したが、その他に例えば、自動二輪車、列車、船舶に搭載された燃料電池システム、家庭用や業務用の据え置き型の燃料電池システムや、給湯システムに組み込まれた燃料電池システムに適用してもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0118】

【図1】本実施形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図2】（a）は、IGのOFF直後、燃料電池スタック10内が凍結するか否か判定する際に参照するマップであり、（b）～（d）は、（a）を展開したものである。

【図3】発電開始時から発電停止時までのIG、コンタクタ、燃料電池スタックの温度T1のタイムチャートである。

【図4】停止直後凍結の虞がないケースにおいて、SOCと、システムの起動可否と、掃気のパターンとの関係を示す図である。

【図5】停止直後凍結の虞があるケースにおいて、SOCと、システムの起動可否と、掃気のパターンとの関係を示す図である。

【図6】本実施形態に係る燃料電池システムの動作を示すフローチャートである。

【図7】図6の掃気パターン設定処理S200の内容を示すフローチャートである。

【図8】図6の掃気パターン設定処理S300の内容を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

#### 【0119】

- 1 燃料電池システム
- 10 燃料電池スタック（燃料電池）
- 11 単セル（燃料電池）
- 28 掃気ガス排出弁（掃気手段）
- 31 コンプレッサ（掃気手段）

10

20

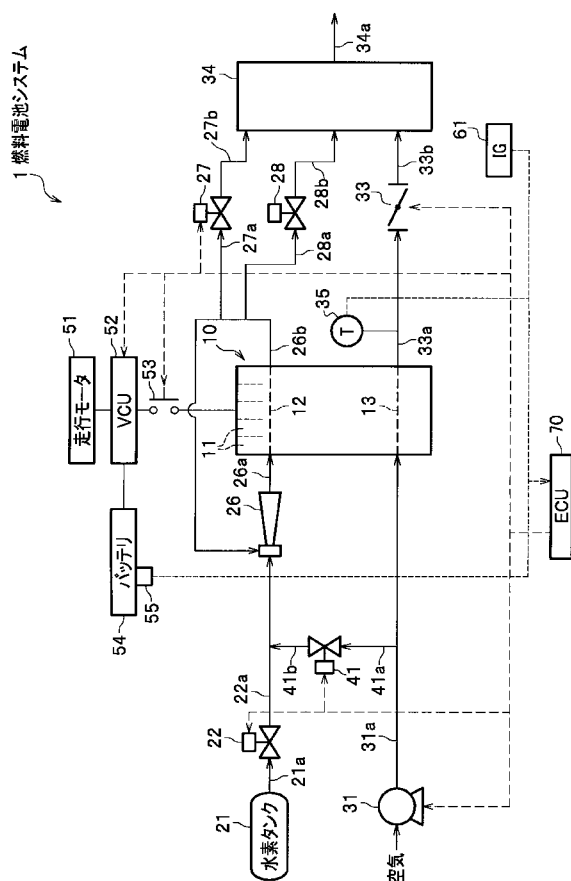
30

40

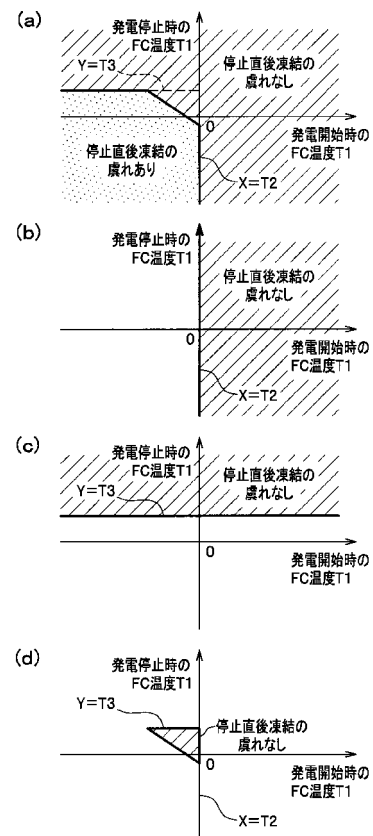
50

- |     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| 3 3 | 背圧弁（掃気手段）                        |
| 4 1 | 掃気ガス導入弁（掃気手段）                    |
| 5 4 | バッテリ                             |
| 5 5 | S O C センサ（S O C 検出手段）            |
| 7 0 | E C U（掃気手段、起動可否判定手段、乾燥モード可否判定手段） |

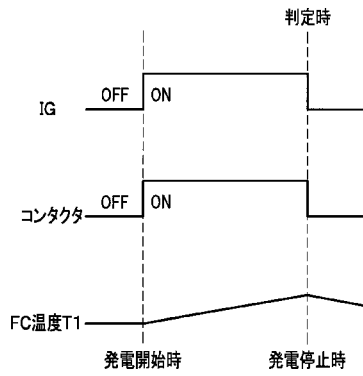
【图 1】



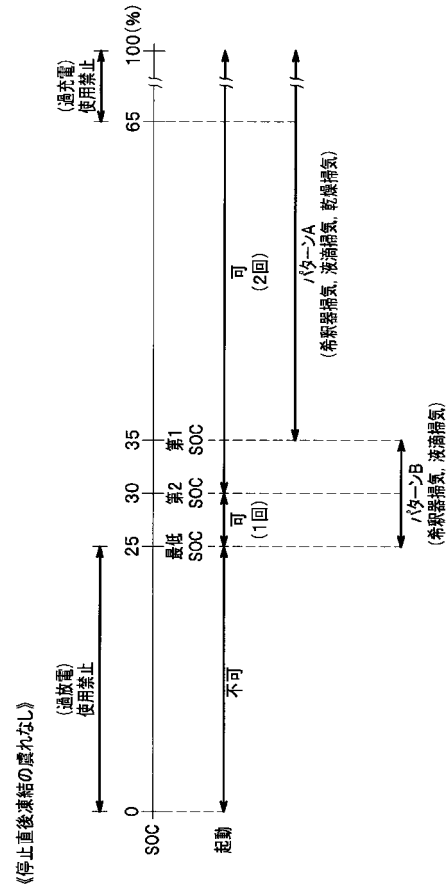
【図 2】



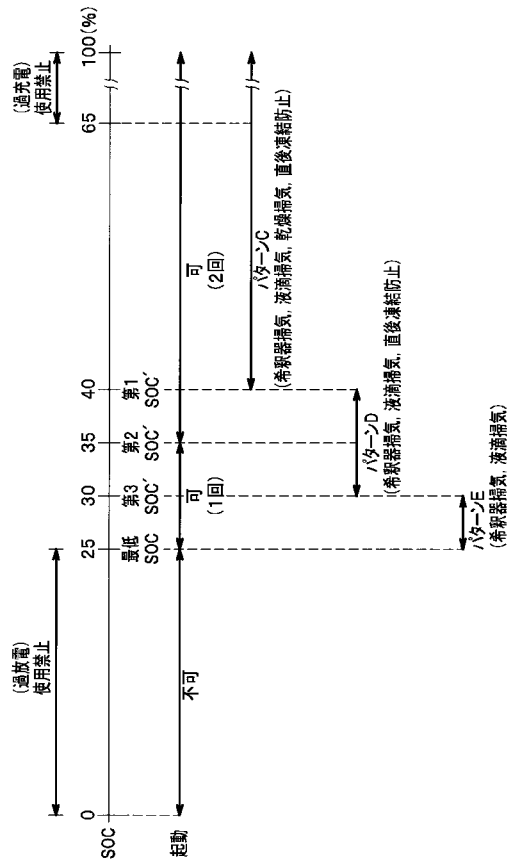
【図 3】



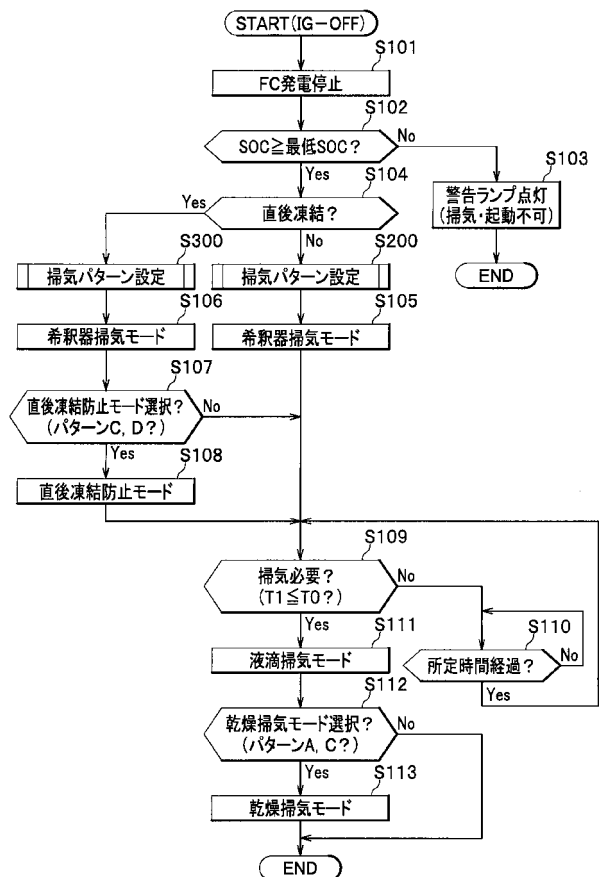
【図 4】



【図 5】

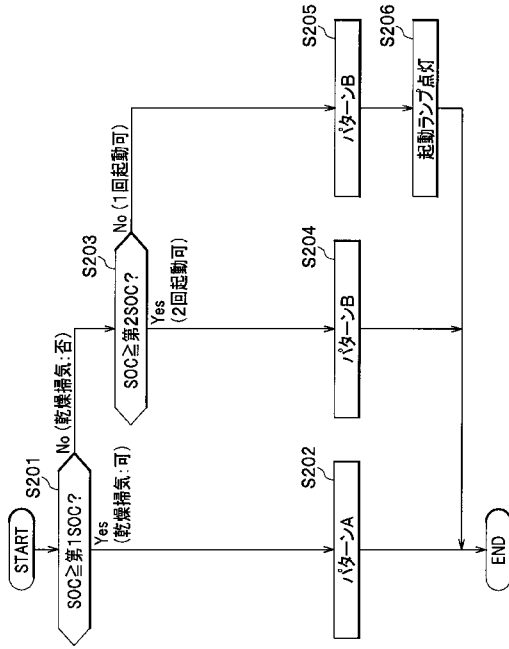


【図 6】



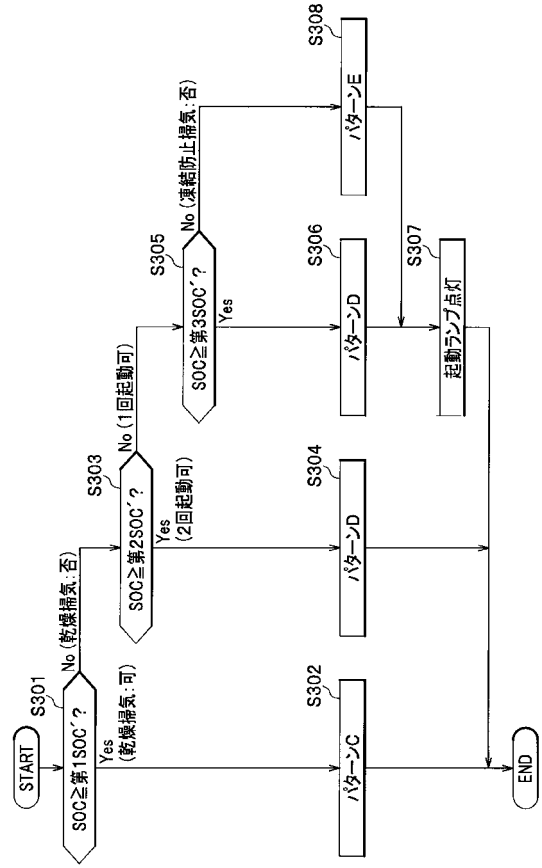
【図 7】

《停止直後凍結の露れなし》



【図 8】

《停止直後凍結の露れあり》



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 M 8/00

Z

テーマコード (参考)