

(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2012-113991

(P2012-113991A)

(43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
HO 1M	8/04	(2006.01)	HO 1M	8/04	A	5H026
HO 1M	8/06	(2006.01)	HO 1M	8/06	G	5H027
HO 1M	8/10	(2006.01)	HO 1M	8/04	J	
			HO 1M	8/10		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-262622 (P2010-262622)  
 (22) 出願日 平成22年11月25日 (2010.11.25)

(71) 出願人 000004444  
 J X 日鉱日石エネルギー株式会社  
 東京都千代田区大手町二丁目6番3号  
 (74) 代理人 100078330  
 弁理士 笹島 富二雄  
 (72) 発明者 長谷川 貴将  
 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 J X 日  
 鉱日石エネルギー株式会社内  
 Fターム(参考) 5H026 AA02  
 5H027 AA02 BA01 BA16 KK06 KK10  
 MM08 MM12

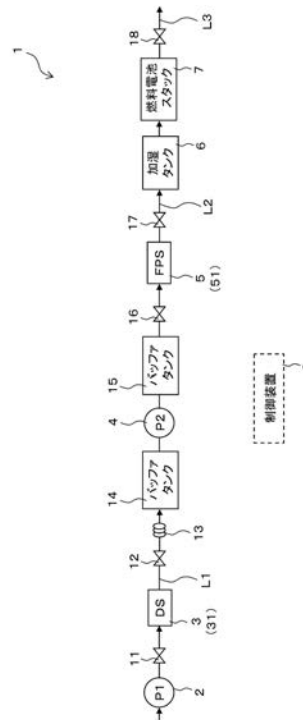
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 簡易な構成で、脱硫器等の圧力容器の圧抜きを行う。

【解決手段】 燃料電池システム1は、第1燃料経路L1における第1燃料ポンプ2と脱硫器3との間に電磁弁11(締切圧 $P_{a0}$ )を備え、脱硫器3と第2燃料ポンプ4との間に電磁弁12(締切圧 $P_{b0}$ )を備え、更に、第2燃料ポンプ4と改質器5との間に電磁弁16(締切圧 $P_{c0}$ )を備える。また、第2燃料経路L2における改質器5と燃料電池スタック7の間に電磁弁17(締切圧 $P_{d0}$ )を備える。また、オフガス排出経路L3における燃料電池スタック7の下流に電磁弁18(締切圧 $P_{e0}$ )を備える。電磁弁12, 17, 18の締切圧 $P_{b0}$ ,  $P_{d0}$ ,  $P_{e0}$ は、それぞれ、脱硫器3, 改質器5, 燃料電池スタック7の所定の許容圧力以下に設定される。また、電磁弁11, 12, 16~18の締切圧は、 $P_{a0}$ ,  $P_{b0}$ ,  $P_{c0}$ ,  $P_{d0}$ ,  $P_{e0}$ の関係を満たすように設定される。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

外部より供給される炭化水素系燃料から硫黄分を除去する脱硫器を構成する第 1 圧力容器と、

前記脱硫器にて脱硫処理された炭化水素系燃料を用いて水素を含有する改質燃料を生成する改質器を構成する第 2 圧力容器と、

前記改質器にて生成された改質燃料を用いて発電を行い未反応燃料を排出する燃料電池スタックを構成する第 3 圧力容器と、

前記第 1 圧力容器と前記第 2 圧力容器との間の燃料経路に備えられて、締切圧が前記第 1 圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第 1 電磁弁と、

前記第 2 圧力容器と前記第 3 圧力容器との間の燃料経路に備えられて、締切圧が前記第 2 圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第 2 電磁弁と、

を含んで構成され、

前記第 2 電磁弁は、その締切圧が、前記第 1 電磁弁の締切圧以下に設定されることを特徴とする燃料電池システム。

**【請求項 2】**

前記第 3 圧力容器の出口側に備えられて、締切圧が前記第 3 圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第 3 電磁弁を更に含んで構成され、

前記第 3 電磁弁は、その締切圧が、前記第 2 電磁弁の締切圧以下に設定されることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

**【請求項 3】**

前記第 3 圧力容器内の流体の圧力が、前記第 3 電磁弁により、当該圧力容器の所定の許容圧力以下に抑制されることを確認する第 3 の圧抜き確認手段を備えることを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 4】**

前記第 1 圧力容器内の流体の圧力が、前記第 1 電磁弁により、当該圧力容器の所定の許容圧力以下に抑制されることを確認する第 1 の圧抜き確認手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

**【請求項 5】**

外部より供給される炭化水素系燃料から硫黄分を除去する脱硫器を構成する第 1 圧力容器と、

前記脱硫器にて脱硫処理された炭化水素系燃料を用いて水素を含有する改質燃料を生成する改質器を構成する第 2 圧力容器と、

前記改質器にて生成された改質燃料を用いて発電を行い未反応燃料を排出する燃料電池スタックを構成する第 3 圧力容器と、

前記第 2 圧力容器と前記第 3 圧力容器との間の燃料経路に備えられて、締切圧が前記第 2 圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第 2 電磁弁と、

前記第 3 圧力容器の出口側に備えられて、締切圧が前記第 3 圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第 3 電磁弁と、

を含んで構成され、

前記第 3 電磁弁は、その締切圧が、前記第 2 電磁弁の締切圧以下に設定されることを特徴とする燃料電池システム。

**【請求項 6】**

前記第 3 圧力容器内の流体の圧力が、前記第 3 電磁弁により、当該圧力容器の所定の許容圧力以下に抑制されることを確認する第 3 の圧抜き確認手段を備えることを特徴とする請求項 5 記載の燃料電池システム。

**【請求項 7】**

前記第 2 圧力容器内の流体の圧力が、前記第 2 電磁弁により、当該圧力容器の所定の許容圧力以下に抑制されることを確認する第 2 の圧抜き確認手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃料電池システムに関し、特に、システム内の高圧部を圧抜きするための技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献1には、原燃料である炭化水素系の気体燃料から硫黄分を除去する脱硫器と、脱硫処理後の気体燃料を用いて水素を含有する改質ガスを生成する改質器と、生成された改質ガスをを用いて発電を行う燃料電池と、を備える燃料電池システムが記載されている。このシステムでは、気体燃料の供給元、脱硫器、及び改質器は、気体燃料が通流する燃料供給路を介して接続されている。また、燃料供給路における脱硫器の上流に、気体燃料の通流・遮断を行うための電磁弁を備える一方、脱硫器の下流に、脱硫器への気体燃料の逆流を抑制するための電磁弁を備えている。そして、燃料電池システムの運転を停止させる場合には、上記2つの電磁弁を閉じることによって、燃料電池システムへの気体燃料の供給を遮断すると共に、脱硫器への気体燃料の逆流を抑制している。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2005-44653号公報

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところで、上述のような燃料電池システムの運転時には、脱硫器等を構成する圧力容器の内部が高温・高圧になり得るので、例えば運転停止時に、燃料供給路における圧力容器の上流及び下流に位置する各電磁弁を上述のように閉じると、圧力容器内の圧力が急激に上昇する可能性がある。

この急激な圧力上昇によって、圧力容器内の圧力が、圧力容器の所定の許容圧力（例えば、圧力容器の耐圧、又は、法定基準圧力）を超過しないようにするためには、通常、圧力容器内の圧力を圧力容器外に逃がすための「圧抜き機構」を圧力容器に設けることで対処している。ここで、「圧抜き機構」の一例としては、圧力容器の所定の許容圧力以上で自動的に開弁するリリーフ弁（安全弁）を備える圧力容器用の圧抜きラインが考えられる。

30

## 【0005】

しかしながら、このような「圧抜き機構」を圧力容器に設けると、燃料電池システムを構成する部品の点数が増加するので、製造やメンテナンス等のコストが増大してしまう。

本発明は、このような実状に鑑み、上述のような「圧抜き機構」を脱硫器等の圧力容器に設けずとも、圧力容器の圧抜きを行うことが可能な燃料電池システム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】

40

## 【0006】

このため本発明に係る燃料電池システムは、外部より供給される炭化水素系燃料から硫黄分を除去する脱硫器を構成する第1圧力容器と、脱硫器にて脱硫処理された炭化水素系燃料を用いて水素を含有する改質燃料を生成する改質器を構成する第2圧力容器と、改質器にて生成された改質燃料を用いて発電を行い未反応燃料を排出する燃料電池スタックを構成する第3圧力容器と、を含んで構成される。

## 【0007】

そして、本発明に係る燃料電池システムは、第1圧力容器と第2圧力容器との間の燃料経路に備えられて、締切圧が第1圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第1電磁弁と、第2圧力容器と第3圧力容器との間の燃料経路に備えられて、締切圧が第2圧力容器

50

の所定の許容圧力以下に設定される第 2 電磁弁と、を更に含んで構成され、第 2 電磁弁は、その締切圧が、第 1 電磁弁の締切圧以下に設定される。

【 0 0 0 8 】

または、本発明に係る燃料電池システムは、第 2 圧力容器と第 3 圧力容器との間の燃料経路に備えられて、締切圧が第 2 圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第 2 電磁弁と、第 3 圧力容器の出口側に備えられて、締切圧が第 3 圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される第 3 電磁弁と、を更に含んで構成され、第 3 電磁弁は、その締切圧が、第 2 電磁弁の締切圧以下に設定される。

【 0 0 0 9 】

なお、本発明において、締切圧とは、流体が流れる流路に備えられた電磁弁の閉弁可能最大圧力をいい、この圧力よりも高い流体圧力が閉弁状態（締切状態）の電磁弁に作用すると、電磁弁は開弁する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、圧力容器の出口側に設置される電磁弁は、その締切圧が、圧力容器の所定の許容圧力以下に設定される。これにより、例えば、燃料電池システムの運転停止時に電磁弁が閉弁された状態で、圧力容器内の流体の圧力が電磁弁の締切圧より高くなった場合には、圧力容器内の流体の圧力によって電磁弁が開弁される。従って、電磁弁が、実質的にはリリーフ弁のように機能することにより、圧力容器用の「圧抜き機構」を別途設ける必要がないので、燃料電池システムの製造やメンテナンス等のコストを抑制することができる。

【 0 0 1 1 】

更に、本発明によれば、第 2 電磁弁は、その締切圧が、第 1 電磁弁の締切圧以下に設定される。これにより、例えば、第 1 及び第 2 電磁弁が閉弁されて、脱硫器（第 1 圧力容器）内の流体の圧力が、第 1 電磁弁の締切圧より高くなったときに、脱硫器内の流体の圧力が第 1 電磁弁に作用し、第 1 電磁弁が開弁されて、更に、この圧力が改質器（第 2 圧力容器）を介して、第 2 電磁弁に作用した場合であっても、この第 2 電磁弁に作用した圧力により、第 2 電磁弁が開弁されるので、脱硫器の圧抜きを確実に行うことができる。

【 0 0 1 2 】

または、本発明によれば、第 3 電磁弁は、その締切圧が、第 2 電磁弁の締切圧以下に設定される。これにより、例えば、第 2 及び第 3 電磁弁が閉弁されて、改質器（第 2 圧力容器）内の流体の圧力が、第 2 電磁弁の締切圧より高くなったときに、改質器内の流体の圧力が第 2 電磁弁に作用し、第 2 電磁弁が開弁されて、更に、この圧力が燃料電池スタック（第 3 圧力容器）を介して、第 3 電磁弁に作用した場合であっても、この第 3 電磁弁に作用した圧力により、第 3 電磁弁が開弁されるので、改質器の圧抜きを確実に行うことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態における燃料電池システムの概略構成図

【 図 2 】 同上実施形態における脱硫器内の圧力確認フローを示すフローチャート

【 図 3 】 図 2 に示す脱硫器内の圧力確認フローの第 1 の変形例を示すフローチャート

【 図 4 】 図 2 に示す脱硫器内の圧力確認フローの第 2 の変形例を示すフローチャート

【 図 5 】 同上実施形態における改質器内の圧力確認フローを示すフローチャート

【 図 6 】 同上実施形態における燃料電池スタック内の圧力確認フローを示すフローチャート

【 図 7 】 従来型の燃料電池システムの一例を示す概略構成図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態における燃料電池システムの概略構成を示す。

10

20

30

40

50

本実施形態における燃料電池システムは、原燃料として気体の炭化水素系燃料（LPG、都市ガス等）を用いて発電を行うものである。

図1に示すように、燃料電池システム1は、第1燃料ポンプ2、脱硫器（DS）3、第2燃料ポンプ4、改質器（FPS）5、加湿タンク6、固体高分子形燃料電池（PEFC）スタック7、及び、燃料電池システム1の運転制御や各種演算を行う制御装置8を備える。

【0015】

また、燃料電池システム1は、外部から供給される炭化水素系燃料を、第1燃料ポンプ2、脱硫器3、及び、第2燃料ポンプ4を介して、改質器5に供給する第1燃料経路L1と、改質器5にて生成された改質燃料（改質ガス）を、加湿タンク6を介して、燃料電池スタック7に供給する第2燃料経路L2と、を備える。

第1燃料ポンプ2は、外部からの炭化水素系燃料を高圧化して脱硫器3に供給するものであり、その作動が、制御装置8からの信号によって制御される。なお、外部の燃料供給源がLPGボンベ等の高圧ガス容器であって、脱硫器3に供給される炭化水素系燃料が十分に高圧である場合には、第1燃料ポンプ2を省略することが可能である。

【0016】

第1燃料経路L1における第1燃料ポンプ2と脱硫器3との間には、制御装置8からの信号に応じて開閉する電磁弁11が設置されている。

電磁弁11は、例えば、弁座にその下流側から対向する弁体と、弁体を上流側圧力に抗して閉弁方向に付勢するスプリングと、弁体を電磁力により開弁方向に駆動可能なソレノイドと、を含んで構成される。また、電磁弁11は、その締切圧（閉止圧） $P_{a0}$ が、後述する電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ 以上に設定されている。

【0017】

脱硫器3は、第1燃料ポンプ2より炭化水素系燃料が供給される压力容器（本発明における第1压力容器）と、この压力容器内の炭化水素系燃料から硫黄分を除去する脱硫触媒（図示せず）と、脱硫触媒を加熱するヒータ31と、を備える。

また、脱硫器3は、その压力容器内の流体の圧力（すなわち、第1压力容器内の炭化水素系燃料の圧力）を間接的又は直接的に測定する圧力センサ（図示せず）を備え、この圧力センサにて測定された圧力測定値 $P_{Ds}$ が、制御装置8に伝送される。なお、この圧力センサにより、脱硫器3内の流体の圧力を間接的に測定する場合には、この圧力センサが、例えば、第1燃料経路L1における電磁弁11と脱硫器3との間に設置される。

【0018】

脱硫処理後の炭化水素系燃料は、第2燃料ポンプ4を介して、改質器5に圧送される。

第1燃料経路L1における脱硫器3と第2燃料ポンプ4の間には、制御装置8からの信号に応じて開閉する電磁弁12と、燃料流量を調整する絞り（例えば、キャピラリチューブ13）と、燃料の脈動を抑制するバッファタンク（貯留装置）14と、が設置されている。

【0019】

電磁弁12は、例えば、弁座にその下流側から対向する弁体と、弁体を上流側圧力に抗して閉弁方向に付勢するスプリングと、弁体を電磁力により開弁方向に駆動可能なソレノイドと、を含んで構成される。

電磁弁12は、その締切圧（閉止圧） $P_{b0}$ が、脱硫器3（第1压力容器）の所定の許容圧力 $P_{Ds3}$ 以下（例えば、脱硫器3の耐圧以下、又は、法定基準圧力以下）に設定されている。これにより、脱硫器3内の流体の圧力が電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ より高くなると、電磁弁12が仮に閉弁状態（締切状態）であっても、脱硫器3内の流体の圧力が電磁弁12の弁体に作用してこれを開弁方向に動作させるので、制御装置8からの信号の有無に関係なく電磁弁12が開弁される。ここで、電磁弁12は、本発明における「第1電磁弁」に対応する。

【0020】

また、上述のように、電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ と電磁弁11の締切圧 $P_{a0}$ との関係

10

20

30

40

50

は、次式で示される。

$$P_{b0} > P_{a0} \quad \dots (1)$$

キャピラリチューブ13は、極細管が螺旋状に巻回されたものである。このキャピラリチューブ13により、小流量でも脱硫器3内の高圧化を促進することができる。

【0021】

第1燃料経路L1における第2燃料ポンプ4と改質器5の間には、燃料の脈動を抑制するバッファタンク（貯留装置）15と、制御装置8からの信号に応じて開閉する電磁弁16と、が設置されている。

電磁弁16は、例えば、弁座にその下流側から対向する弁体と、弁体を上流側圧力に抗して閉弁方向に付勢するスプリングと、弁体を電磁力により開弁方向に駆動可能なソレノイドと、を含んで構成される。

10

【0022】

また、電磁弁16は、その締切圧 $P_{c0}$ が、電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ 以下に設定されている。すなわち、電磁弁16の締切圧 $P_{c0}$ と電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ との関係は、次式で示される。

$$P_{c0} < P_{b0} \quad \dots (2)$$

改質器5は、第2燃料ポンプ4より炭化水素系燃料が供給される圧力容器（本発明における第2圧力容器）を備え、この圧力容器内（第2圧力容器内）に供給された炭化水素系燃料と水蒸気とを改質触媒で改質反応させて、水素を含有する改質ガスを生成する。

【0023】

20

また、改質器5は、改質触媒加熱用のバーナ51を備える。このバーナ51には、外部より供給される炭化水素系燃料に加えて、後述するオフガス排出経路L3からのオフガスが供給される。

また、改質器5は、その圧力容器内の流体の圧力（すなわち、第2圧力容器内の炭化水素系燃料及び改質ガスの圧力）を間接的又は直接的に測定する圧力センサ（図示せず）を備え、この圧力センサにて測定された圧力測定値 $P_{FPS}$ が、制御装置8に伝送される。なお、この圧力センサにより、改質器5内の流体の圧力を間接的に測定する場合には、この圧力センサが、例えば、第1燃料経路L1における電磁弁16と改質器5との間に設置される。

【0024】

30

第2燃料経路L2における改質器5と加湿タンク6の間には、制御装置8からの信号に応じて開閉する電磁弁17が設置されている。

電磁弁17は、例えば、弁座にその下流側から対向する弁体と、弁体を上流側圧力に抗して閉弁方向に付勢するスプリングと、弁体を電磁力により開弁方向に駆動可能なソレノイドと、を含んで構成される。

【0025】

電磁弁17は、その締切圧（閉止圧） $P_{d0}$ が、改質器5（第2圧力容器）の所定の許容圧力 $P_{FPS3}$ 以下（例えば、改質器5の耐圧以下、又は、法定基準圧力以下）に設定されている。これにより、改質器5内の流体の圧力が電磁弁17の締切圧 $P_{d0}$ より高くなると、電磁弁17が仮に閉弁状態（締切状態）であっても、改質器5内の流体の圧力が電磁弁17の弁体に作用してこれを開弁方向に動作させるので、制御装置8からの信号の有無に関係なく電磁弁17が開弁される。ここで、電磁弁17は、本発明における「第2電磁弁」に対応する。

40

【0026】

また、電磁弁17は、その締切圧 $P_{d0}$ が、電磁弁16の締切圧 $P_{c0}$ 以下に設定されている。すなわち、電磁弁17の締切圧 $P_{d0}$ と電磁弁16の締切圧 $P_{c0}$ との関係は、次式で示される。

$$P_{d0} < P_{c0} \quad \dots (3)$$

加湿タンク6は、燃料電池スタック7に供給される改質ガスを加湿するものである。

【0027】

50

加湿タンク 6 にて加湿処理された改質ガスは、第 2 燃料経路 L 2 を介して、燃料電池スタック 7 に供給される。

燃料電池スタック 7 は、直列に接続された複数の電池セルを備える。各電池セルは、アノードと、カソードと、アノード及びカソード間に配置された電解質とを有する。また、燃料電池スタック 7 は、加湿タンク 6 より改質ガスが供給される圧力容器（本発明における第 3 圧力容器）を備え、この圧力容器内に、各電池セルのアノードが配置されている。そして、各電池セルでは、各々のアノードに改質ガスが供給され、かつ、カソードに空気が供給されると、発電反応を起こして電力を発生させる。

【 0 0 2 8 】

なお、本実施形態では、燃料電池スタック 7 の発電継続による電池セルの乾燥を抑制するために、加湿タンク 6 を用いて改質ガスを加湿しているが、この加湿が不要である場合には、燃料電池システム 1 において、加湿タンク 6 を省略してもよい。この場合には、改質器 5 にて生成された改質ガスが、電磁弁 1 7 を有する第 2 燃料経路 L 2 を介して、燃料電池スタック 7 に直接的に供給される。

【 0 0 2 9 】

また、燃料電池スタック 7 は、その圧力容器内の流体の圧力（すなわち、第 3 圧力容器内の改質ガス等の圧力）を間接的又は直接的に測定する圧力センサ（図示せず）を備え、この圧力センサにて測定された圧力測定値  $P_{FC}$  が、制御装置 8 に伝送される。なお、この圧力センサにより、燃料電池スタック 7 の圧力容器内の流体の圧力を間接的に測定する場合には、この圧力センサが、例えば、第 2 燃料経路 L 2 における加湿タンク 6 と燃料電池スタック 7 との間に設置される。

【 0 0 3 0 】

燃料電池スタック 7 には、発電反応に寄与しなかった水素（すなわち、未反応燃料）を含有するオフガスを排出させるためのオフガス排出経路 L 3 の一端が接続されている。このオフガス排出経路 L 3 の他端は、改質器 5 のバーナ 5 1 に接続されている。また、オフガス排出経路 L 3 は、燃料電池スタック 7 から改質器 5 のバーナ 5 1 へ向かう途中で分岐して、燃料電池システム 1 内の貯湯槽（図示せず）のバックアップボイラー（図示せず）に接続されている。なお、貯湯槽に貯留される温水は、燃料電池システム 1 にて発生した熱を回収して昇温されたものである。

【 0 0 3 1 】

オフガス排出経路 L 3 における燃料電池スタック 7 の出口側には、制御装置 8 からの信号に応じて開閉する電磁弁 1 8 が設置されている。

電磁弁 1 8 は、例えば、弁座にその下流側から対向する弁体と、弁体を上流側圧力に抗して閉弁方向に付勢するスプリングと、弁体を電磁力により開弁方向に駆動可能なソレノイドと、を含んで構成される。

【 0 0 3 2 】

電磁弁 1 8 は、その締切圧（閉止圧） $P_{e0}$  が、燃料電池スタック 7 の所定の許容圧力  $P_{FC3}$  以下（例えば、燃料電池スタック 7 を構成する圧力容器の耐圧以下）に設定されている。これにより、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力が電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$  より高くなると、電磁弁 1 8 が仮に閉弁状態（締切状態）であっても、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力が電磁弁 1 8 の弁体に作用してこれを開弁方向に動作させるので、制御装置 8 からの信号の有無に関係なく電磁弁 1 8 が開弁される。ここで、電磁弁 1 8 は、本発明における「第 3 電磁弁」に対応する。

【 0 0 3 3 】

また、電磁弁 1 8 は、その締切圧  $P_{e0}$  が、電磁弁 1 7 の締切圧  $P_{d0}$  以下に設定されている。すなわち、電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$  と電磁弁 1 7 の締切圧  $P_{d0}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{e0} < P_{d0} \quad \dots (4)$$

従って、上記の式 (1) ~ (4) より、電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$ 、電磁弁 1 7 の締切圧  $P_{d0}$ 、電磁弁 1 6 の締切圧  $P_{c0}$ 、電磁弁 1 2 の締切圧  $P_{b0}$ 、及び、電磁弁 1 1 の

10

20

30

40

50

締切圧  $P_{a0}$  の関係は、次式で示される。

$$P_{e0} \quad P_{d0} \quad P_{c0} \quad P_{b0} \quad P_{a0} \quad \cdots (5)$$

【0034】

次に、燃料電池システム 1 の運転停止時における脱硫器 3、改質器 5、及び、燃料電池スタック 7 の圧抜きについて説明する。

燃料電池システム 1 の運転を停止させる場合に、制御装置 8 は、第 1 燃料ポンプ 2、脱硫器 3、第 2 燃料ポンプ 4、改質器 5、加湿タンク 6、及び、燃料電池スタック 7 の作動を停止するように、各種信号を送信すると共に、電磁弁 11, 12, 16 ~ 18 を閉弁するように、各電磁弁に対して信号を送信する。

【0035】

この後、電磁弁 11 が閉弁されると、外部から脱硫器 3 への炭化水素系燃料の供給が停止される。また、電磁弁 12 が閉弁されると、バッファタンク 14 から脱硫器 3 への炭化水素系燃料の逆流が抑制される。また、電磁弁 16 が閉弁されると、バッファタンク 15 から改質器 5 への炭化水素系燃料の供給が停止される。また、電磁弁 17 が閉弁されると、加湿タンク 6 から改質器 5 への改質ガスの逆流が抑制される。また、電磁弁 18 が閉弁されると、オフガス排出経路 L3 から燃料電池スタック 7 へのオフガスの逆流が抑制される。

【0036】

このときに、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力が、電磁弁 12 の締切圧  $P_{b0}$  より高くなった場合には、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力が閉弁状態の電磁弁 12 の弁体に作用してこれを開弁方向に動作させる。これにより、電磁弁 12 が開弁されて、炭化水素系燃料がバッファタンク 14 に向かうので、脱硫器 3 の圧抜きを行うことができる。また、電磁弁 12, 16 ~ 18 は、各々の締切圧が式 (5) の関係を満たすので、脱硫器 3 の圧抜き時に脱硫器 3 内の炭化水素系燃料を燃料経路下流側に向けてスムーズに放出させることができる。

【0037】

また、改質器 5 内の流体の圧力が、電磁弁 17 の締切圧  $P_{d0}$  より高くなった場合には、改質器 5 内の流体の圧力が電磁弁 17 の弁体に作用してこれを開弁方向に動作させる。これにより、電磁弁 17 が開弁されて、改質器 5 内の流体が加湿タンク 6 に向かうので、改質器 5 の圧抜きを行うことができる。また、電磁弁 17, 18 は、各々の締切圧が式 (4) の関係を満たすので、改質器 5 の圧抜き時に改質器 5 内の流体を燃料経路下流側に向けてスムーズに放出させることができる。

【0038】

また、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力が、電磁弁 18 の締切圧  $P_{e0}$  より高くなった場合には、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力が電磁弁 18 の弁体に作用してこれを開弁方向に動作させる。これにより、電磁弁 18 が開弁されて、燃料電池スタック 7 内の流体がオフガス排出経路 L3 に流入するので、燃料電池スタック 7 の圧抜きを行うことができる。

【0039】

次に、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力が、脱硫器 3 の所定の許容圧力以下であることを確認する（すなわち、脱硫器 3 の圧抜きが正常に行われているか否かを確認する）際に制御装置 8 にて行われる処理について、図 2 を用いて説明する。

図 2 は、本実施形態における脱硫器 3 内の圧力確認フローを示す。

制御装置 8 は、脱硫器 3 の圧抜きが正常に行われるか否かの確認を、燃料電池システム 1 の起動時又は運転停止時に行う。

【0040】

制御装置 8 は、まず、ステップ S1 にて、電磁弁 11 を開弁させると共に、電磁弁 12, 16 ~ 18 を閉弁させる。すなわち、燃料経路における脱硫器 3 の下流側の電磁弁 12, 16 ~ 18 を閉弁させる。

ステップ S2 では、第 1 燃料ポンプ 2 を作動させて、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料を昇

10

20

30

40

50

圧させる。なお、このステップ S 2 にて、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の昇圧を促進するために、脱硫器 3 のヒータ 3 1 により脱硫触媒を加熱して、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料を加熱してもよい。

【0041】

ステップ S 3 では、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力測定値  $P_{DS}$  と、昇圧目標値  $P_{DS2}$  との比較を行う。ここで、昇圧目標値  $P_{DS2}$  は、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料が十分に昇圧したか否かを判定するための閾値である。また、昇圧目標値  $P_{DS2}$  は、脱硫器 3 の所定の許容圧力  $P_{DS3}$  以下の値であり、かつ、圧抜きに使用される電磁弁 1 2 の締切圧  $P_{b0}$  以上の値である。つまり、電磁弁 1 2 の締切圧  $P_{b0}$  と、昇圧目標値  $P_{DS2}$  と、脱硫器 3 の所定の許容圧力  $P_{DS3}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{b0} < P_{DS2} < P_{DS3} \quad \dots (6)$$

なお、昇圧目標値  $P_{DS2}$  は、制御装置 8 の記憶手段にて記憶されている。

$P_{DS} < P_{DS2}$  の場合は、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の昇圧が不十分であると判定し、ステップ S 4 に進み、第 1 燃料ポンプ 2 の作動を継続して、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料を更に昇圧させる。

【0042】

一方、 $P_{DS} > P_{DS2}$  の場合は、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料が十分に昇圧されたと判定し、ステップ S 5 に進み、第 1 燃料ポンプ 2 の作動を停止させると共に、電磁弁 1 1 を閉弁させる。

ステップ S 6 では、所定の期間 ( T 1 秒間 ) 待機する。この待機期間は、電磁弁 1 2 を用いる脱硫器 3 の圧抜きに必要とされる期間であり、予め設定されたものである。

【0043】

この後、ステップ S 7 では、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力測定値  $P_{DS}$  と、降圧目標値  $P_{DS1}$  とを比較する。ここで、降圧目標値  $P_{DS1}$  は、脱硫器 3 の圧抜きが十分に行われて脱硫器 3 内の炭化水素系燃料が十分に降圧したか否かを判定するための閾値である。また、降圧目標値  $P_{DS1}$  は、昇圧目標値  $P_{DS2}$  以下の値であり、かつ、圧抜きに使用される電磁弁 1 2 の締切圧  $P_{b0}$  以上の値である。つまり、電磁弁 1 2 の締切圧  $P_{b0}$  と、降圧目標値  $P_{DS1}$  と、昇圧目標値  $P_{DS2}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{b0} < P_{DS1} < P_{DS2} \quad \dots (7)$$

【0044】

上記の式 ( 6 ) 及び式 ( 7 ) より、電磁弁 1 2 の締切圧  $P_{b0}$  と、降圧目標値  $P_{DS1}$  と、昇圧目標値  $P_{DS2}$  と、脱硫器 3 の所定の許容圧力  $P_{DS3}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{b0} < P_{DS1} < P_{DS2} < P_{DS3} \quad \dots (8)$$

なお、制御装置 8 の記憶手段は、降圧目標値  $P_{DS1}$  も記憶している。

【0045】

$P_{DS} > P_{DS1}$  の場合は、電磁弁 1 2 を用いた脱硫器 3 の圧抜きが正常に行われていると判定してステップ S 8 に進み、燃料経路における脱硫器 3 の下流側の電磁弁 1 2 , 1 6 ~ 1 8 を開弁させて、脱硫器 3 内の圧力確認フローを終了させる。

一方、 $P_{DS} < P_{DS1}$  の場合は、電磁弁 1 2 を用いた脱硫器 3 の圧抜きが正常に行われていないと判定し、ステップ S 9 に進み、燃料経路における脱硫器 3 の下流側の電磁弁 1 2 , 1 6 ~ 1 8 を開弁させて、脱硫器 3 の圧抜きを実施する。この後、ステップ S 1 0 に進み、脱硫器 3 の圧抜きに異常がある旨を、燃料電池システム 1 に予め設けられた警報器等により外部に報知させて、脱硫器 3 内の圧力確認フローを終了させる。

【0046】

なお、ステップ S 8 及び S 9 にて、電磁弁 1 2 , 1 6 ~ 1 8 を開弁させることにより、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料が、燃料電池システム 1 外に放出されることなく、バックアップボイラー等で回収されるので、脱硫器 3 内の圧力確認フローを実行することによるシステムのエネルギー効率の低下を抑制することができる。

図 3 は、図 2 に示す脱硫器 3 内の圧力確認フローの第 1 の変形例である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

図 2 にて示した脱硫器 3 内の圧力確認フローと異なる点について説明する。

ステップ S 2 にて第 1 燃料ポンプ 2 を作動させた後、その作動を継続したまま、ステップ S 2 1 にて所定の期間 ( T 2 秒間 ) 待機する。この待機期間は、第 1 燃料ポンプ 2 の作動後、このポンプからの燃料供給量と、昇圧によって電磁弁 1 2 を通過する燃料流量と、が釣り合い、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力が安定するまでの期間 ( 例えば、ポンプ作動による燃料昇圧速度 ( 燃料圧力上昇速度 ) がゼロになるまでの期間 ) に基づいて、予め設定されたものである。

## 【 0 0 4 8 】

この後、ステップ S 7 以降は、図 2 に示す圧力確認フローと同様である。

なお、ステップ S 2 1 では、上述の処理の代わりとして、待機期間を設定せずに、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力を監視して、燃料昇圧速度がゼロになった段階でステップ S 7 の判定に進むようにしてもよい。

図 4 は、図 2 に示す脱硫器 3 内の圧力確認フローの第 2 の変形例である。

## 【 0 0 4 9 】

図 2 にて示した脱硫器 3 内の圧力確認フローと異なる点について説明する。

まず、ステップ S 3 0 では、全ての電磁弁 1 1 , 1 2 , 1 6 ~ 1 8 を閉弁させる。

この後、ステップ S 3 1 では、脱硫器 3 のヒータ 3 1 により脱硫触媒を加熱して、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料を加熱・昇圧させる。

ステップ S 3 2 では、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力測定値  $P_{D S 1}$  と、昇圧目標値  $P_{D S 2}$  との比較を行う。

## 【 0 0 5 0 】

$P_{D S 1} < P_{D S 2}$  の場合は、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の昇圧が不十分であると判定し、ステップ S 3 3 に進み、脱硫器 3 のヒータ 3 1 による加熱を継続して、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料を更に昇圧させる。

一方、 $P_{D S 1} \geq P_{D S 2}$  の場合は、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料が十分に昇圧されたと判定し、ステップ S 3 4 に進み、脱硫器 3 のヒータ 3 1 による加熱を停止させる。

## 【 0 0 5 1 】

ステップ S 3 5 では、所定の期間 ( T 3 秒間 ) 待機する。この待機期間は、電磁弁 1 2 を用いる脱硫器 3 の圧抜きに必要とされる期間であり、予め設定されたものである。

この後、ステップ S 7 以降は、図 2 に示す圧力確認フローと同様である。

以上のように、図 2 ~ 図 4 に示したステップ S 1 ~ S 1 0、S 2 1、及び、S 3 0 ~ S 3 5 により、本発明における第 1 の圧抜き確認手段の機能が実現される。

## 【 0 0 5 2 】

次に、改質器 5 内の流体の圧力が、改質器 5 の所定の許容圧力以下であることを確認する ( すなわち、改質器 5 の圧抜きが正常に行われているか否かを確認する ) 際に制御装置 8 にて行われる処理について、図 5 を用いて説明する。

図 5 は、本実施形態における改質器 5 内の圧力確認フローを示す。

制御装置 8 は、改質器 5 の圧抜きが正常に行われるか否かの確認を、燃料電池システム 1 の起動時又は運転停止時に行う。

## 【 0 0 5 3 】

制御装置 8 は、まず、ステップ S 4 1 にて、電磁弁 1 1 , 1 2 , 1 6 を開弁させると共に、電磁弁 1 7 , 1 8 を閉弁させる。すなわち、燃料経路における改質器 5 の下流側の電磁弁 1 7 , 1 8 を閉弁させる。

ステップ S 4 2 では、第 2 燃料ポンプ 4 を作動させて、改質器 5 内の流体を昇圧させる。なお、このステップ S 4 2 にて、第 2 燃料ポンプ 4 の作動に加えて、第 1 燃料ポンプ 2 を作動させて、改質器 5 内の流体の昇圧を促進させてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

ステップ S 4 3 では、改質器 5 内の流体の圧力測定値  $P_{F P S 1}$  と、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  との比較を行う。ここで、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  は、改質器 5 内の流体が十分に昇圧し

10

20

30

40

50

たか否かを判定するための閾値である。また、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  は、改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{F P S 3}$  以下の値であり、かつ、圧抜きに使用される電磁弁 17 の締切圧  $P_{d 0}$  以上の値である。つまり、電磁弁 17 の締切圧  $P_{d 0}$  と、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  と、改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{F P S 3}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{d 0} < P_{F P S 2} < P_{F P S 3} \quad \cdots (9)$$

なお、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  は、制御装置 8 の記憶手段にて記憶されている。

$P_{F P S} < P_{F P S 2}$  の場合は、改質器 5 内の流体の昇圧が不十分であると判定し、ステップ S 4 4 に進み、第 2 燃料ポンプ 4 の作動を継続して、改質器 5 内の流体を更に昇圧させる。

#### 【0055】

一方、 $P_{F P S} > P_{F P S 2}$  の場合は、改質器 5 内の流体が十分に昇圧されたと判定し、ステップ S 4 5 に進み、第 2 燃料ポンプ 4 の作動を停止させると共に、電磁弁 11, 12, 16 を閉弁させる。

ステップ S 4 6 では、所定の期間 ( $T 4$  秒間) 待機する。この待機期間は、電磁弁 17 を用いる改質器 5 の圧抜きに必要とされる期間であり、予め設定されたものである。

#### 【0056】

この後、ステップ S 4 7 では、改質器 5 内の流体の圧力測定値  $P_{F P S}$  と、降圧目標値  $P_{F P S 1}$  とを比較する。ここで、降圧目標値  $P_{F P S 1}$  は、改質器 5 の圧抜きが十分に行われて改質器 5 内の流体が十分に降圧したか否かを判定するための閾値である。また、降圧目標値  $P_{F P S 1}$  は、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  以下の値であり、かつ、圧抜きに使用される電磁弁 17 の締切圧  $P_{d 0}$  以上の値である。つまり、電磁弁 17 の締切圧  $P_{d 0}$  と、降圧目標値  $P_{F P S 1}$  と、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{d 0} < P_{F P S 1} < P_{F P S 2} \quad \cdots (10)$$

#### 【0057】

上記の式 (9) 及び式 (10) より、電磁弁 17 の締切圧  $P_{d 0}$  と、降圧目標値  $P_{F P S 1}$  と、昇圧目標値  $P_{F P S 2}$  と、改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{F P S 3}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{d 0} < P_{F P S 1} < P_{F P S 2} < P_{F P S 3} \quad \cdots (11)$$

なお、制御装置 8 の記憶手段は、降圧目標値  $P_{F P S 1}$  も記憶している。

#### 【0058】

$P_{F P S} > P_{F P S 1}$  の場合は、電磁弁 17 を用いた改質器 5 の圧抜きが正常に行われていると判定してステップ S 4 8 に進み、燃料経路における改質器 5 の下流側の電磁弁 17, 18 を開弁させて、脱硫器 3 内の圧力確認フローを終了させる。

一方、 $P_{F P S} < P_{F P S 1}$  の場合は、電磁弁 17 を用いた改質器 5 の圧抜きが正常に行われていないと判定し、ステップ S 4 9 に進み、燃料経路における改質器 5 の下流側の電磁弁 17, 18 を開弁させて、改質器 5 の圧抜きを実施する。この後、ステップ S 5 0 に進み、改質器 5 の圧抜きに異常がある旨を、上記の警報器等により外部に報知させて、改質器 5 内の圧力確認フローを終了させる。

#### 【0059】

なお、ステップ S 4 8 及び S 4 9 にて、電磁弁 17, 18 を開弁させることにより、改質器 5 内の流体 (炭化水素系燃料及び改質ガス) が、燃料電池システム 1 外に放出されることなく、バックアップボイラー等で回収されるので、改質器 5 内の圧力確認フローを実行することによるシステムのエネルギー効率の低下を抑制することができる。

ここにおいて、図 5 に示したステップ S 4 1 ~ S 5 0 により、本発明における第 2 の圧抜き確認手段の機能が実現される。

#### 【0060】

次に、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力が、燃料電池スタック 7 の所定の許容圧力以下であることを確認する (すなわち、燃料電池スタック 7 の圧抜きが正常に行われているか否かを確認する) 際に制御装置 8 にて行われる処理について、図 6 を用いて説明する。

図 6 は、本実施形態における燃料電池スタック 7 内の圧力確認フローを示す。

10

20

30

40

50

制御装置 8 は、燃料電池スタック 7 の圧抜きが正常に行われるか否かの確認を、燃料電池システム 1 の起動時又は運転停止時に行う。

【 0 0 6 1 】

制御装置 8 は、まず、ステップ S 6 1 にて、電磁弁 1 1 , 1 2 , 1 6 , 1 7 を開弁させると共に、電磁弁 1 8 を閉弁させる。すなわち、オフガス排出経路 L 3 における燃料電池スタック 7 の下流側の電磁弁 1 8 を閉弁させる。

ステップ S 6 2 では、第 2 燃料ポンプ 4 を作動させて、燃料電池スタック 7 内の流体を昇圧させる。なお、このステップ S 6 2 にて、第 2 燃料ポンプ 4 の作動に加えて、第 1 燃料ポンプ 2 を作動させて、燃料電池スタック 7 内の流体の昇圧を促進させてもよい。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 6 3 では、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力測定値  $P_{FC}$  と、昇圧目標値  $P_{FC2}$  との比較を行う。ここで、昇圧目標値  $P_{FC2}$  は、燃料電池スタック 7 内の流体が十分に昇圧したか否かを判定するための閾値である。また、昇圧目標値  $P_{FC2}$  は、燃料電池スタック 7 の所定の許容圧力  $P_{FC3}$  以下の値であり、かつ、圧抜きに使用される電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$  以上の値である。つまり、電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$  と、昇圧目標値  $P_{FC2}$  と、燃料電池スタック 7 の所定の許容圧力  $P_{FC3}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{e0} < P_{FC2} < P_{FC3} \quad \dots (12)$$

なお、昇圧目標値  $P_{FC2}$  は、制御装置 8 の記憶手段にて記憶されている。

$P_{FC} < P_{FC2}$  の場合は、燃料電池スタック 7 内の流体の昇圧が不十分であると判定し、ステップ S 6 4 に進み、第 2 燃料ポンプ 4 の作動を継続して、燃料電池スタック 7 内の流体を更に昇圧させる。

【 0 0 6 3 】

一方、 $P_{FC} > P_{FC2}$  の場合は、燃料電池スタック 7 内の流体が十分に昇圧されたと判定し、ステップ S 6 5 に進み、第 2 燃料ポンプ 4 の作動を停止させると共に、電磁弁 1 1 , 1 2 , 1 6 , 1 7 を閉弁させる。

ステップ S 6 6 では、所定の期間 ( T 5 秒間 ) 待機する。この待機期間は、電磁弁 1 8 を用いる燃料電池スタック 7 の圧抜きに必要とされる期間であり、予め設定されたものである。

【 0 0 6 4 】

この後、ステップ S 6 7 では、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力測定値  $P_{FC}$  と、降圧目標値  $P_{FC1}$  とを比較する。ここで、降圧目標値  $P_{FC1}$  は、燃料電池スタック 7 の圧抜きが十分に行われて燃料電池スタック 7 内の流体が十分に降圧したか否かを判定するための閾値である。また、降圧目標値  $P_{FC1}$  は、昇圧目標値  $P_{FC2}$  以下の値であり、かつ、圧抜きに使用される電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$  以上の値である。つまり、電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$  と、降圧目標値  $P_{FC1}$  と、昇圧目標値  $P_{FC2}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{e0} < P_{FC1} < P_{FC2} \quad \dots (13)$$

【 0 0 6 5 】

上記の式 ( 1 2 ) 及び式 ( 1 3 ) より、電磁弁 1 8 の締切圧  $P_{e0}$  と、降圧目標値  $P_{FC1}$  と、昇圧目標値  $P_{FC2}$  と、燃料電池スタック 7 の所定の許容圧力  $P_{FC3}$  との関係は、次式で示される。

$$P_{e0} < P_{FC1} < P_{FC2} < P_{FC3} \quad \dots (14)$$

なお、制御装置 8 の記憶手段は、降圧目標値  $P_{FC1}$  も記憶している。

【 0 0 6 6 】

$P_{FC} > P_{FC1}$  の場合は、電磁弁 1 8 を用いた燃料電池スタック 7 の圧抜きが正常に行われていると判定してステップ S 6 8 に進み、オフガス排出経路 L 3 における燃料電池スタック 7 の下流側の電磁弁 1 8 を開弁させて、脱硫器 3 内の圧力確認フローを終了させる。

一方、 $P_{FC} < P_{FC1}$  の場合は、電磁弁 1 8 を用いた燃料電池スタック 7 の圧抜きが

10

20

30

40

50

正常に行われていないと判定し、ステップ S 6 9 に進み、オフガス排出経路 L 3 における燃料電池スタック 7 の下流側の電磁弁 1 8 を開弁させて、燃料電池スタック 7 の圧抜きを実施する。この後、ステップ S 7 0 に進み、燃料電池スタック 7 の圧抜きに異常がある旨を、上記の警報器等により外部に報知させて、燃料電池スタック 7 内の圧力確認フローを終了させる。

【 0 0 6 7 】

なお、ステップ S 6 8 及び S 6 9 にて、電磁弁 1 8 を開弁させることにより、燃料電池スタック 7 内の流体（改質ガス及びオフガス）が、燃料電池システム 1 外に放出されることなく、バックアップボイラー等で回収されるので、燃料電池スタック 7 内の圧力確認フローを実行することによるシステムのエネルギー効率の低下を抑制することができる。

10

ここにおいて、図 6 に示したステップ S 6 1 ~ S 7 0 により、本発明における第 3 の圧抜き確認手段の機能が実現される。

【 0 0 6 8 】

次に、本実施形態における燃料電池システムの効果を、従来型の燃料電池システムと比較しつつ説明する。

図 7 は、従来型の燃料電池システムの一例の概略構成を示す。

図 1 にて示した本実施形態における燃料電池システムと異なる点について説明する。

従来型の燃料電池システム 2 1 では、第 1 燃料経路 L 1 における脱硫器 3 とキャピラリチューブ 1 3 との間に電磁弁 2 2 を備えている。この電磁弁 2 2 は、本実施形態における電磁弁 1 2 に対応するものであるが、電磁弁 2 2 の締切圧は、脱硫器 3 の所定の許容圧力  $P_{D S 3}$  よりも高い。

20

【 0 0 6 9 】

また、燃料電池システム 2 1 では、第 2 燃料経路 L 2 における改質器 5 と加湿タンク 6 との間に電磁弁 2 3 が設置されている。この電磁弁 2 3 は、本実施形態における電磁弁 1 7 に対応するものであるが、電磁弁 2 3 の締切圧は、改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{F P S 3}$  よりも高い。

また、本実施形態ではオフガス排出経路 L 3 に逆流抑制用の電磁弁 1 8 が設置されているが、燃料電池システム 2 1 ではオフガス排出経路 L 3 に逆流抑制用の電磁弁が設置されていない。

【 0 0 7 0 】

燃料電池システム 2 1 は、脱硫器 3 の圧抜きを行うための脱硫器圧抜きライン L 1 0 を備えている。この脱硫器圧抜きライン L 1 0 は、第 1 燃料経路 L 1 における電磁弁 1 1 と脱硫器 3 との間から分岐して第 1 燃料ポンプ 2 の上流に戻るラインである。また、脱硫器圧抜きライン L 1 0 は、脱硫器 3 内の炭化水素系燃料の圧力が上昇して脱硫器 3 の所定の許容圧力  $P_{D S 3}$  に近づくと自動的に開弁するリリーフ弁 ( S V ) 2 4 を備えている。

30

【 0 0 7 1 】

また、燃料電池システム 2 1 は、改質器 5 の圧抜きを行うための改質器圧抜きライン L 1 1 を備えている。この改質器圧抜きライン L 1 1 は、第 2 燃料経路 L 2 における改質器 5 と電磁弁 2 3 との間から分岐して燃料電池システム 2 1 外に向かうラインである。また、改質器圧抜きライン L 1 1 は、改質器 5 内の流体の圧力が上昇して改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{F P S 3}$  に近づくと自動的に開弁するリリーフ弁 ( S V ) 2 5 を備えている。

40

【 0 0 7 2 】

燃料電池システム 2 1 では、これらの構成により、脱硫器 3 及び改質器 5 の圧抜きを可能としている。

しかしながら、燃料電池システム 2 1 では、例えば、改質器 5 内の流体の圧力が上昇して改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{F P S 3}$  に近づき、この結果、リリーフ弁 2 5 が作動した場合に、リリーフ弁 2 5 がゴミ等の異物を挟み込む可能性がある。このため、改質器 5 の圧抜き後に、改質器 5 内の流体の圧力が改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{F P S 3}$  より低くなっても、リリーフ弁 2 5 が完全に閉弁されず、この結果、改質器 5 内からの改質ガス等が改質器圧抜きライン L 1 1 を介して燃料電池システム 2 1 外に洩れる可能性がある。

50

## 【0073】

この点、本実施形態における燃料電池システム1では、改質器5内の流体の圧力が電磁弁17の締切圧 $P_{d0}$ より高くなった場合に、改質器5内の流体の圧力により電磁弁17が開弁されて、改質器5内の流体が加湿タンク6に向かうので、改質器5内からの改質ガス等が燃料電池システム1外に洩れる可能性は比較的小さい。

従って、本実施形態における燃料電池システム1は、従来型の燃料電池システム21に比べて、改質ガス等の洩れを抑制することができるので、システムのエネルギー効率を向上させることができる。

## 【0074】

本実施形態によれば、燃料電池システム1は、脱硫器3と改質器5との間の第1燃料経路L1に備えられて、締切圧 $P_{b0}$ が脱硫器3(第1圧力容器)の所定の許容圧力 $P_{Ds3}$ 以下に設定される電磁弁12を含んで構成される。これにより、例えば、燃料電池システム1の運転停止時に電磁弁12が閉弁された状態で、脱硫器3内の流体の圧力が電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ より高くなった場合には、脱硫器3内の炭化水素系燃料の圧力によって電磁弁12が開弁される。従って、電磁弁12が、実質的にはリリーフ弁のように機能することにより、脱硫器3用の「圧抜き機構」を別途設ける必要がないので、燃料電池システム1の製造やメンテナンス等のコストを抑制することができる。

10

## 【0075】

また、本実施形態によれば、燃料電池システム1は、改質器5と燃料電池スタック7との間の第2燃料経路L2に備えられて、締切圧 $P_{d0}$ が改質器5(第2圧力容器)の所定の許容圧力 $P_{Fps3}$ 以下に設定される電磁弁17を含んで構成される。これにより、例えば、燃料電池システム1の運転停止時に電磁弁17が閉弁された状態で、改質器5内の流体の圧力が電磁弁17の締切圧 $P_{d0}$ より高くなった場合には、改質器5内の流体の圧力によって電磁弁17が開弁される。従って、電磁弁17が、実質的にはリリーフ弁のように機能することにより、改質器5用の「圧抜き機構」を別途設ける必要がないので、燃料電池システム1の製造やメンテナンス等のコストを抑制することができる。

20

## 【0076】

また、本実施形態によれば、燃料電池システム1は、燃料電池スタック7の出口側に備えられて、締切圧 $P_{e0}$ が燃料電池スタック7(第3圧力容器)の所定の許容圧力 $P_{Fc3}$ 以下に設定される電磁弁18を含んで構成される。これにより、例えば、燃料電池システム1の運転停止時に電磁弁18が閉弁された状態で、燃料電池スタック7内の流体の圧力が電磁弁18の締切圧 $P_{e0}$ より高くなった場合には、燃料電池スタック7内の流体の圧力によって電磁弁18が開弁される。従って、電磁弁18が、実質的にはリリーフ弁のように機能することにより、燃料電池スタック7用の「圧抜き機構」を別途設ける必要がないので、燃料電池システム1の製造やメンテナンス等のコストを抑制することができる。

30

## 【0077】

また、本実施形態によれば、電磁弁17は、その締切圧 $P_{d0}$ が、電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ 以下に設定される。これにより、例えば、電磁弁12, 17が閉弁されて、脱硫器3内の炭化水素系燃料の圧力が、電磁弁12の締切圧 $P_{b0}$ より高くなったときに、この圧力が電磁弁12に作用し、電磁弁12が開弁されて、更に、この圧力が改質器5を介して、電磁弁17に作用した場合であっても、この電磁弁17に作用した圧力により、電磁弁17が開弁されるので、脱硫器3の圧抜きを確実に行うことができる。

40

## 【0078】

また、本実施形態によれば、電磁弁18は、その締切圧 $P_{e0}$ が、電磁弁17の締切圧 $P_{d0}$ 以下に設定される。これにより、例えば、電磁弁17, 18が閉弁されて、改質器5内の流体の圧力が、電磁弁17の締切圧 $P_{d0}$ より高くなったときに、この圧力が電磁弁17に作用し、電磁弁17が開弁されて、更に、この圧力が燃料電池スタック7を介して、電磁弁18に作用した場合であっても、この電磁弁18に作用した圧力により、電磁弁18が開弁されるので、改質器5の圧抜きを確実に行うことができる。

50

## 【 0 0 7 9 】

また、本実施形態によれば、燃料電池システム 1 では、脱硫器 3 内の流体の圧力が、電磁弁 1 2 により、脱硫器 3 の所定の許容圧力  $P_{DS3}$  以下に抑制されることを確認する（ステップ S 1 ~ S 1 0、S 2 1、及び、S 3 0 ~ 3 5）。これにより、電磁弁 1 2 の圧抜き機能が低下した場合であっても比較的早期にその機能低下を検知して対処することができるので、燃料電池システム 1 のフェールセーフ性を向上させることができる。

## 【 0 0 8 0 】

また、本実施形態によれば、燃料電池システム 1 では、改質器 5 内の流体の圧力が、電磁弁 1 7 により、改質器 5 の所定の許容圧力  $P_{FPS3}$  以下に抑制されることを確認する（ステップ S 4 1 ~ S 5 0）。これにより、電磁弁 1 7 の圧抜き機能が低下した場合であっても比較的早期にその機能低下を検知して対処することができるので、燃料電池システム 1 のフェールセーフ性を向上させることができる。

10

## 【 0 0 8 1 】

また、本実施形態によれば、燃料電池システム 1 では、燃料電池スタック 7 内の流体の圧力が、電磁弁 1 8 により、燃料電池スタック 7 の所定の許容圧力  $P_{FC3}$  以下に抑制されることを確認する（ステップ S 6 1 ~ S 7 0）。これにより、電磁弁 1 8 の圧抜き機能が低下した場合であっても比較的早期にその機能低下を検知して対処することができるので、燃料電池システム 1 のフェールセーフ性を向上させることができる。

## 【 0 0 8 2 】

なお、上述の実施形態では、原燃料として、LPG や都市ガス等の気体の炭化水素系燃料を用いて説明したが、原燃料は、気体の炭化水素系燃料に限らず、この他、原燃料として、灯油等の液体の炭化水素系燃料を用いることも可能である。

20

## 【 符号の説明 】

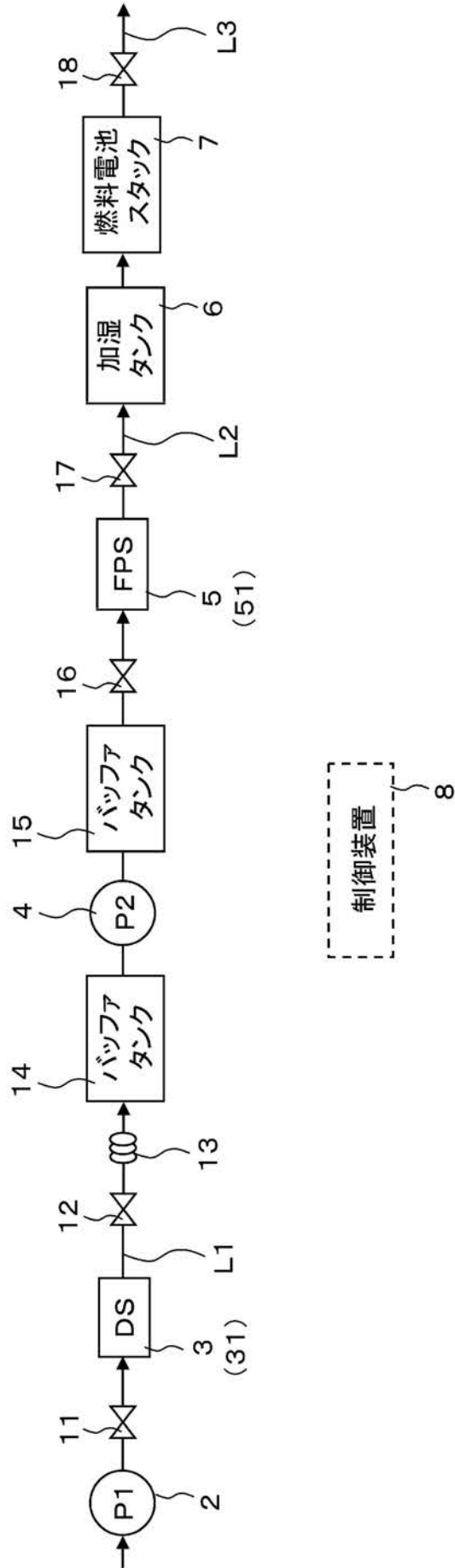
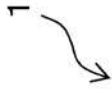
## 【 0 0 8 3 】

- 1 燃料電池システム
- 2 第 1 燃料ポンプ
- 3 脱硫器 (DS)
- 4 第 2 燃料ポンプ
- 5 改質器 (FPS)
- 6 加湿タンク
- 7 燃料電池スタック
- 8 制御装置
- 1 1 電磁弁
- 1 2 電磁弁 (第 1 電磁弁)
- 1 3 キャピラリチューブ
- 1 4 , 1 5 バッファタンク
- 1 6 電磁弁
- 1 7 電磁弁 (第 2 電磁弁)
- 1 8 電磁弁 (第 3 電磁弁)
- 2 1 燃料電池システム
- 2 2 , 2 3 電磁弁
- 2 4 , 2 5 リリーフ弁
- 3 1 ヒータ
- 5 1 バーナ
- L 1 第 1 燃料経路
- L 2 第 2 燃料経路
- L 3 オフガス排出経路
- L 1 0 脱硫器圧抜きライン
- L 1 1 改質器圧抜きライン

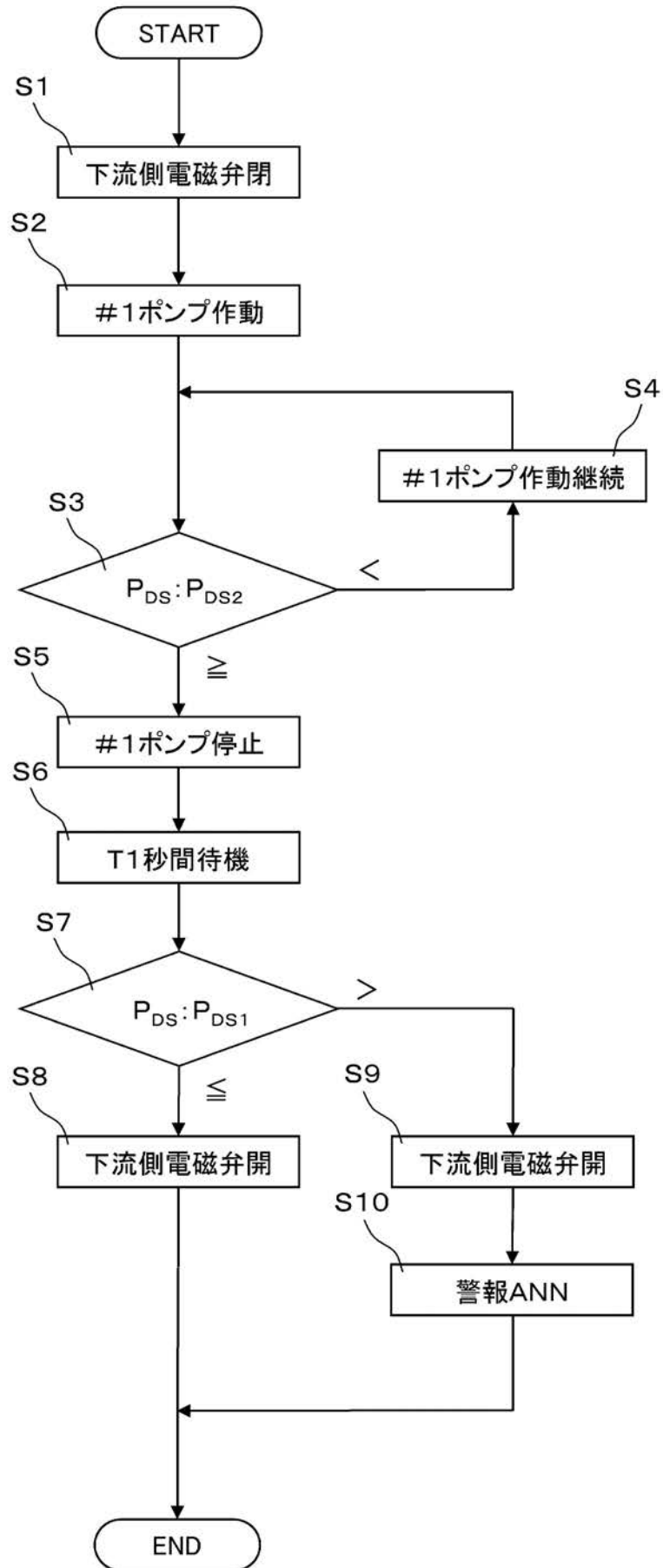
30

40

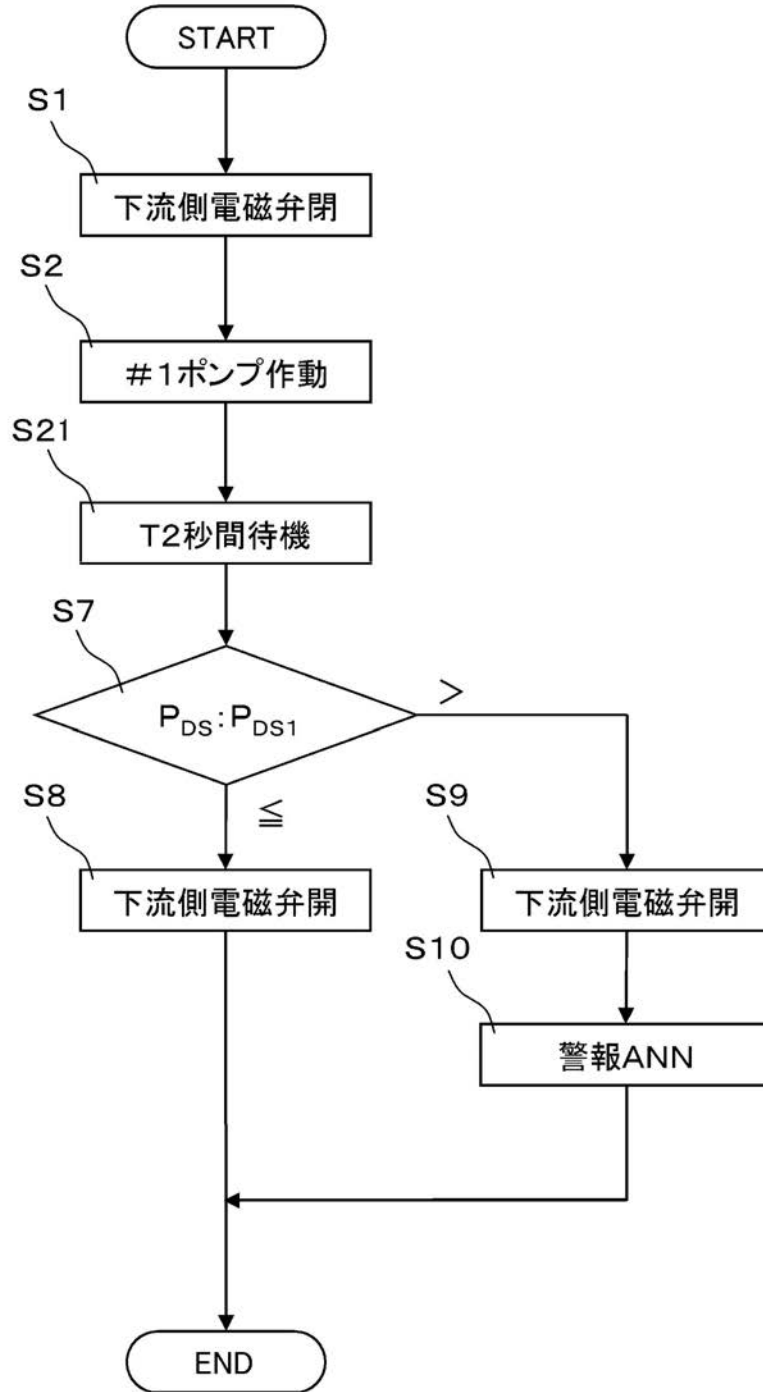
【図 1】



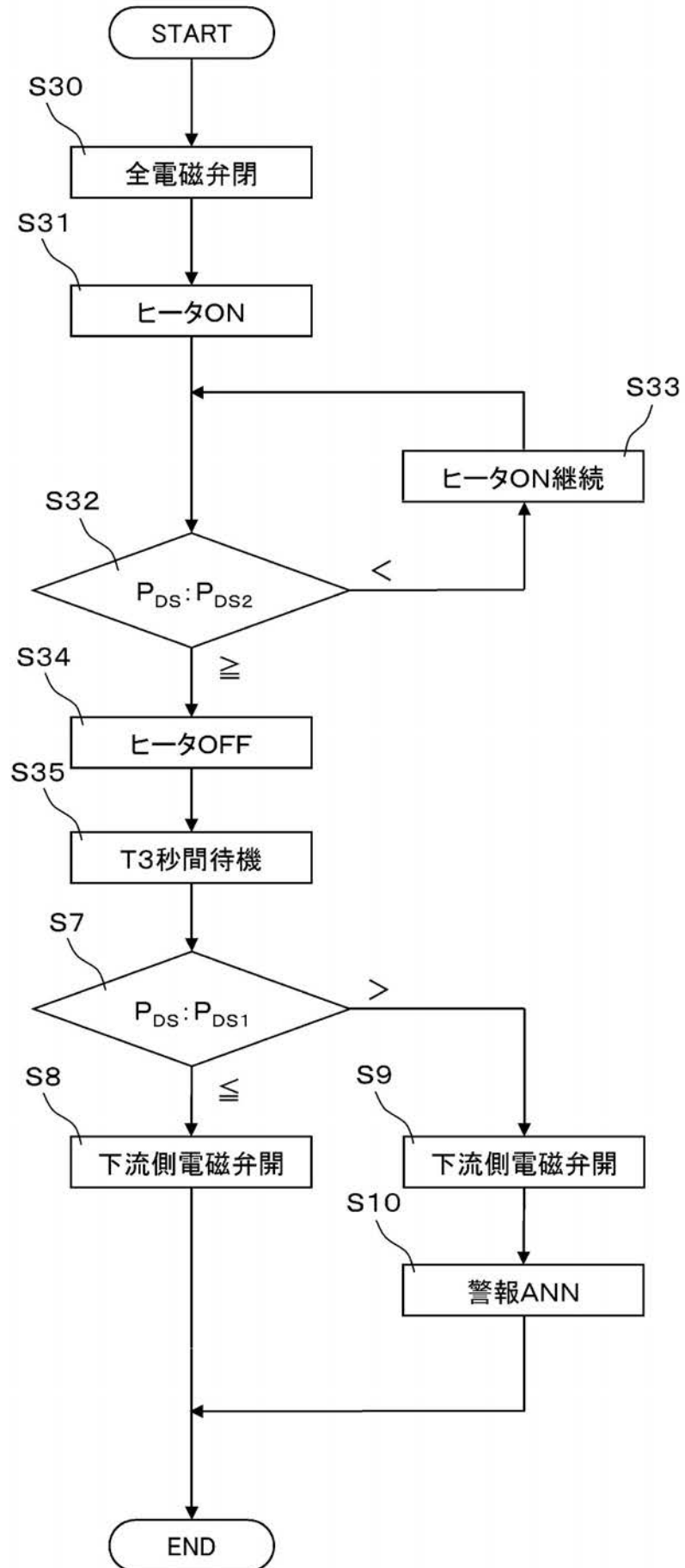
【図2】



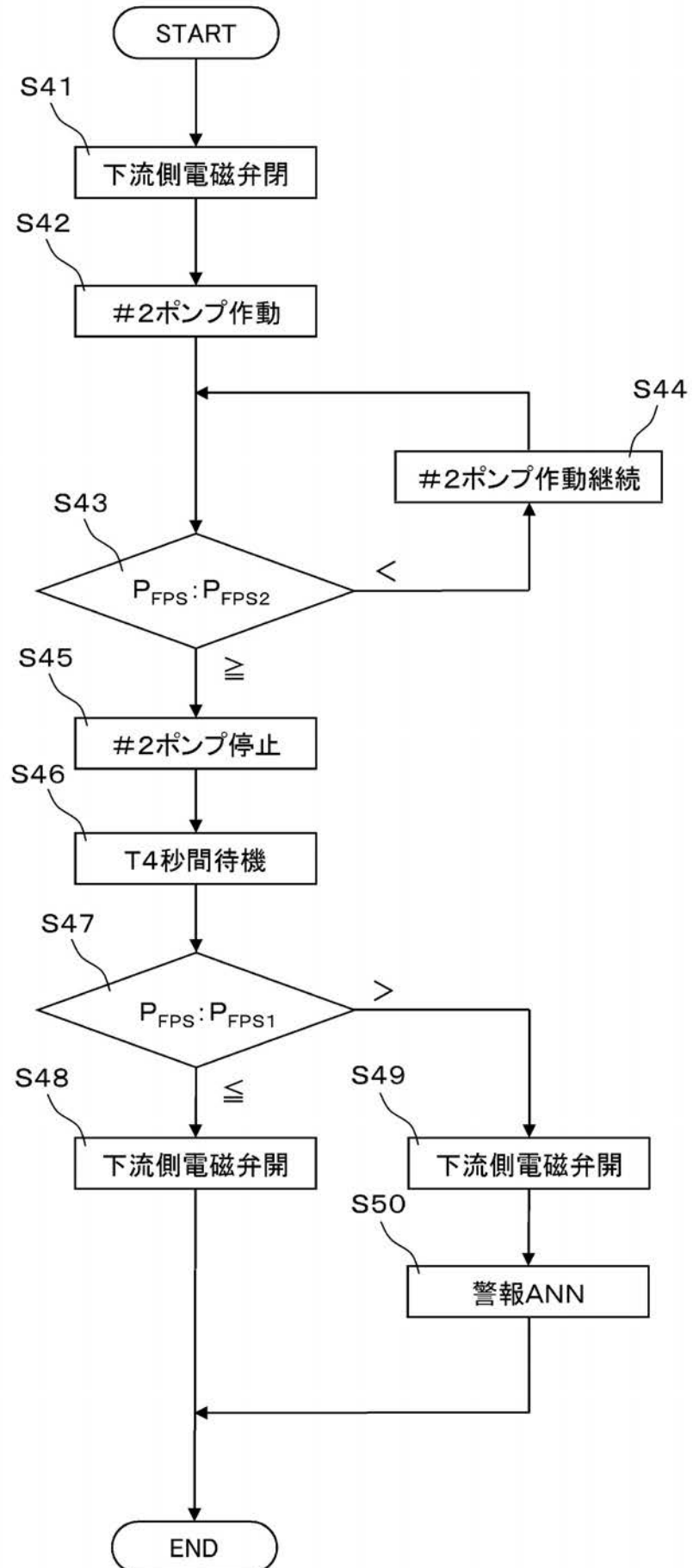
【 図 3 】



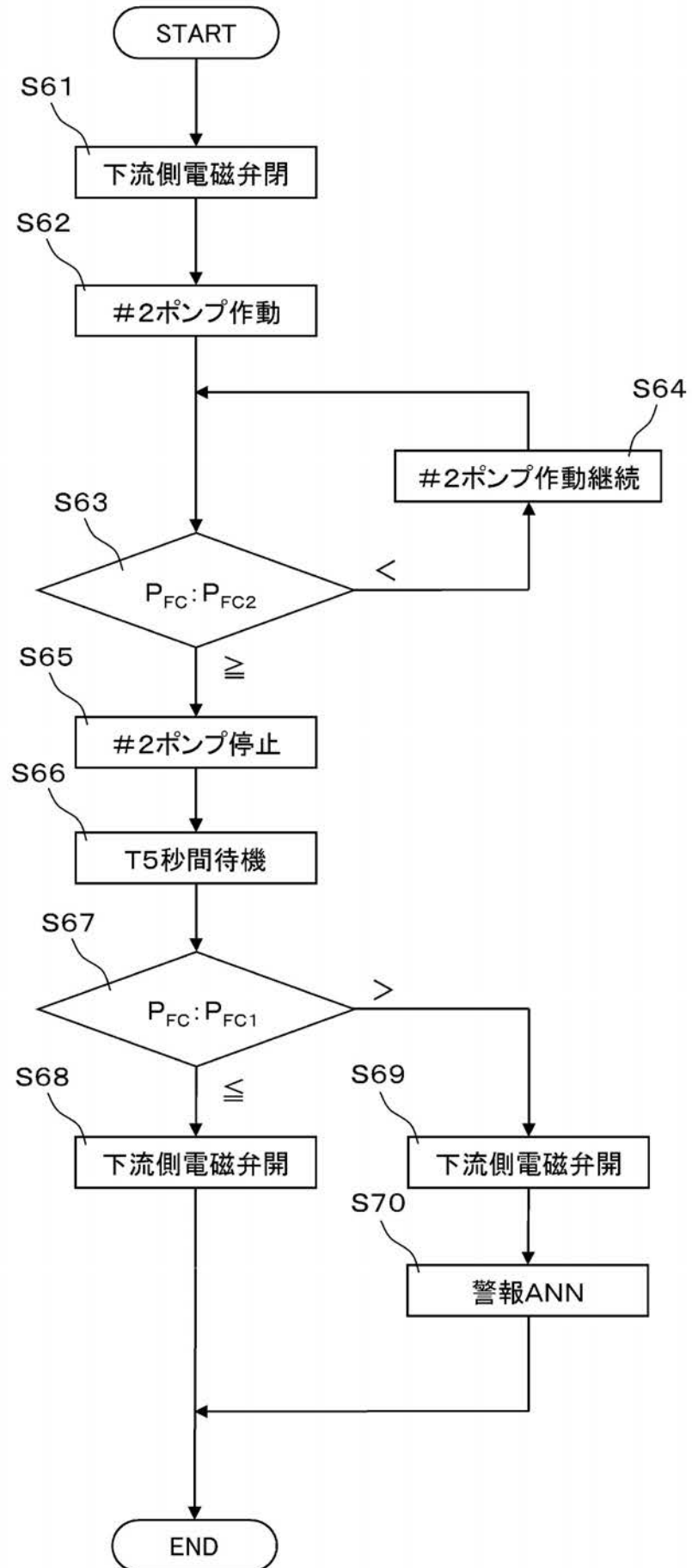
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【図7】

