

(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2008-135331

(P2008-135331A)

(43) 公開日 平成20年6月12日(2008.6.12)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	A	5H026		
HO 1 M	8/24	(2006.01)	HO 1 M	8/24	T	5H027		
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M	8/04	J			
			HO 1 M	8/10				

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-321743 (P2006-321743)
 (22) 出願日 平成18年11月29日(2006.11.29)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 大森 英世
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 川畑 達央
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 浜野井 修
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5H026 AA06 HH09

最終頁に続く

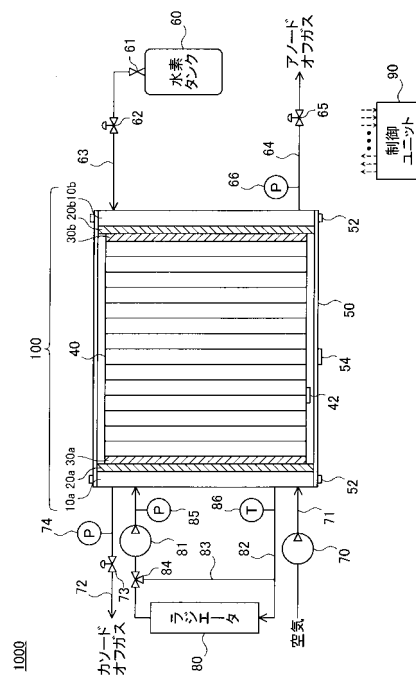
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム、および、燃料電池システムの制御方法

(57) 【要約】

【課題】燃料電池システムにおいて、比較的簡易な構成で、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整する。

【解決手段】燃料電池システム1000は、複数のセル40を積層させるとともに、各セル40の積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタック100を備える。制御ユニット90は、テンションプレート50に設置された歪みセンサ54によって、燃料電池スタック100に加わっている締結荷重を検出し、この検出された締結荷重に基づいて、燃料電池スタック100内における水素圧、および、空気圧を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料電池システムであって、
燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、
前記締結荷重を検出する締結荷重検出部と、
前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタック内における前記燃料ガス、および、前記酸化剤ガスのうちの少なくとも一方の圧力を制御する圧力制御部と、
を備える燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
前記圧力制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記燃料ガス、および、前記酸化剤ガスのうちの少なくとも一方の圧力を増加させる、
燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 2 記載の燃料電池システムであって、
前記圧力制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記燃料ガス、および、前記酸化剤ガスの双方の圧力を増加させる、
燃料電池システム。

【請求項 4】

燃料電池システムであって、
燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、
前記燃料電池スタックに冷却媒体を流すことによって、前記燃料電池スタックを冷却する冷却システムと、
前記締結荷重を検出する締結荷重検出部と、
前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタック内における前記冷却媒体の圧力を制御する冷却媒体圧力制御部と、
を備える燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 4 記載の燃料電池システムであって、
前記冷却媒体圧力制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記冷却媒体の圧力を増加させる、
燃料電池システム。

【請求項 6】

燃料電池システムであって、
燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、
前記燃料電池スタックに冷却媒体を流すことによって、前記燃料電池スタックを冷却する冷却システムと、
前記締結荷重を検出する締結荷重検出部と、
前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタックに流す前記冷却媒体の温度を制御する冷却媒体温度制御部と、
を備える燃料電池システム。

【請求項 7】

請求項 6 記載の燃料電池システムであって、
前記冷却媒体温度制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記冷却媒体の温度を上昇させる、
燃料電池システム。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

燃料電池システムの制御方法であって、

前記燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックを備えており、

前記制御方法は、

前記締結荷重を検出する締結荷重検出工程と、

前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタック内における前記燃料ガス、および、前記酸化剤ガスのうちの少なくとも一方の圧力を制御する圧力制御工程と、を備える制御方法。

10

【請求項 9】

燃料電池システムの制御方法であって、

前記燃料電池システムは、

燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックに冷却媒体を流すことによって、前記燃料電池スタックを冷却する冷却システムと、を備えており、

前記制御方法は、

前記締結荷重を検出する締結荷重検出工程と、

前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタック内における前記冷却媒体の圧力を制御する冷却媒体圧力制御工程と、を備える制御方法。

20

【請求項 10】

燃料電池システムの制御方法であって、

前記燃料電池システムは、

燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックに冷却媒体を流すことによって、前記燃料電池スタックを冷却する冷却システムと、を備えており、

前記制御方法は、

前記締結荷重を検出する締結荷重検出工程と、

前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタックに流す前記冷却媒体の温度を制御する冷却媒体温度制御工程と、

30

を備える制御方法。

【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、および、燃料電池システムの制御方法に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

燃料ガス（例えば、水素）と酸化剤ガス（例えば、酸素）との電気化学反応によって発電する燃料電池がエネルギー源として注目されている。この燃料電池には、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを、複数積層させたスタック構造を有するものがある（以下、燃料電池スタックと呼ぶ）。このような燃料電池スタックでは、一般に、複数のセルは、各セル内、および、各セル間の接触抵抗を低減したり、燃料電池スタック内に流れる流体（燃料ガス、酸化剤ガス、冷却水）の漏洩を防止したりするために、燃料電池スタックの外部からセルの積層方向に締結荷重が加えられ、締結部材によって締結される。

【0003】

50

そして、このような燃料電池スタックにおける複数のセルの締結方法に関し、従来、種々の技術が提案されている（例えば、下記特許文献 1 参照）。例えば、下記特許文献 1 には、燃料電池スタックを構成するセパレータの内部に面圧発生板を設け、この面圧発生板によって形成された空間に、流体冷媒を流入させたり、反応ガスを流入させたり、高圧流体を流入させたりすることによって、燃料電池スタックの内部から上記締結荷重を得る技術が記載されている。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平 6 - 6 8 8 9 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 5 】

しかし、上記特許文献 1 に記載された技術では、各セパレータの内部に面圧発生板を備えるため、セパレータの構成の複雑化、ひいては燃料電池スタックの構成の複雑化を招いていた。さらに、上記特許文献 1 に記載された技術では、燃料電池スタックに上記締結圧力を加えるための具体的な制御方法や、燃料電池スタックを構成する部材の熱膨張や、クリープ等による締結荷重の経時的な変化については、考慮されていなかった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、燃料電池システムにおいて、比較的簡易な構成で、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明では、以下の構成を採用した。本発明の第 1 の燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、前記締結荷重を検出する締結荷重検出部と、前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタック内における前記燃料ガス、および、前記酸化剤ガスのうちの少なくとも一方の圧力を制御する圧力制御部と、を備えることを要旨とする。

【 0 0 0 8 】

本発明において、圧力制御部は、例えば、燃料電池スタックに供給される燃料ガスの供給圧力、酸化剤ガスの供給圧力、燃料電池スタックから排出される未消費の燃料ガスであるアノードオフガスの背圧、燃料電池スタックから排出される未消費の酸化剤ガスであるカソードオフガスの背圧のうちの少なくとも一部を制御することによって、燃料電池スタック内における燃料ガス、および、酸化剤ガスのうちの少なくとも一方の圧力を制御する。こうすることによって、燃料電池システムにおいて、比較的簡易な構成で、燃料電池スタック内の圧力を調整し、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することができる。

30

【 0 0 0 9 】

上記燃料電池システムにおいて、前記圧力制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記燃料ガス、および、前記酸化剤ガスのうちの少なくとも一方の圧力を増加させるようにしてもよい。こうすることによって、燃料電池スタックを構成する部材のクリープ等によって、上記締結荷重が経時的に低下した場合に、燃料電池スタック内の圧力を増加させ、上記締結荷重を増加させることができる。したがって、燃料電池スタックに加わる締結荷重の経時的な低下に伴う電池性能の低下を抑制することができる。

40

【 0 0 1 0 】

なお、上記燃料電池システムにおいて、前記圧力制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記燃料ガス、および、前記酸化剤ガスの双方の圧力を増加させるようにすることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

燃料電池スタックを構成する複数のセルは、それぞれ膜電極接合体を備える。そして、

50

燃料電池スタック内において、燃料ガスの圧力、および、酸化剤ガスの圧力のいずれか一方のみを増加させた場合、膜電極接合体の一方の面に過剰な圧力が加わり、膜電極接合体が破損するおそれがある。本発明では、燃料電池スタック内における燃料ガス、および、酸化剤ガスの双方の圧力を増加させるので、膜電極接合体の両面における圧力差を小さくし、膜電極接合体の破損を抑制することができる。

【0012】

本発明の第2の燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックに冷却媒体を流すことによって、前記燃料電池スタックを冷却する冷却システムと、前記締結荷重を検出する締結荷重検出部と、前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタック内における前記冷却媒体の圧力を制御する冷却媒体圧力制御部と、を備えることを要旨とする。

10

【0013】

本発明において、冷却システムは、冷却媒体を冷却するためのラジエータや、冷却媒体を、燃料電池スタックとラジエータとの間で循環させるための循環ポンプ等を備えている。そして、冷却媒体圧力制御部は、例えば、上記冷却システムが備える循環ポンプの出力を制御し、燃料電池スタックに供給される冷却媒体の流量を調整することによって、燃料電池スタック内における冷却媒体の圧力を制御する。こうすることによって、燃料電池システムにおいて、比較的簡易な構成で、燃料電池スタック内の圧力を調整し、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することができる。

20

【0014】

上記燃料電池システムにおいて、前記冷却媒体圧力制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記冷却媒体の圧力を増加させるようにしてもよい。こうすることによって、燃料電池スタックを構成する部材のクリープ等によって、上記締結荷重が経時的に低下した場合に、燃料電池スタック内の圧力を増加させ、上記締結荷重を増加させることができる。したがって、燃料電池スタックに加わる締結荷重の経時的な低下に伴う電池性能の低下を抑制することができる。

【0015】

本発明の第3の燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電するセルを複数積層させるとともに、前記セルの積層方向に所定の締結荷重が加えられた燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックに冷却媒体を流すことによって、前記燃料電池スタックを冷却する冷却システムと、前記締結荷重を検出する締結荷重検出部と、前記検出された締結荷重に基づいて、前記燃料電池スタックに流す前記冷却媒体の温度を制御する冷却媒体温度制御部と、を備えることを要旨とする。

30

【0016】

本発明において、冷却システムは、冷却媒体を冷却するためのラジエータや、冷却媒体を、燃料電池スタックとラジエータとの間で循環させるための循環ポンプ等を備えている。そして、冷却媒体温度制御部は、例えば、上記冷却システムが備える循環ポンプの出力を制御したり、冷却媒体の冷却能力を制御したりすることによって、燃料電池スタック内における冷却媒体の温度を制御する。そして、冷却媒体の温度変化に応じて、冷却媒体の体積や、燃料電池スタックを構成する部材の体積が変動する。こうすることによって、燃料電池システムにおいて、比較的簡易な構成で、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することができる。

40

【0017】

上記燃料電池システムにおいて、前記冷却媒体温度制御部は、前記検出された締結荷重が所定値以下であるときに、前記燃料電池スタック内における前記冷却媒体の温度を上昇させるようにしてもよい。こうすることによって、冷却媒体や、燃料電池スタックを構成する部材が熱膨張するため、燃料電池スタックを構成する部材のクリープ等によって、上記締結荷重が経時的に低下した場合に、上記締結荷重を増加させることができる。したがって、燃料電池スタックに加わる締結荷重の経時的な低下に伴う電池性能の低下を抑制す

50

ることができる。

【0018】

本発明は、適宜、組み合わせて構成することもできる。また、本発明は、上述の燃料電池システムとしての構成の他、燃料電池システムの制御方法の発明として構成することもできる。また、これらを実現するコンピュータプログラム、およびそのプログラムを記録した記録媒体、そのプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号など種々の態様で実現することが可能である。なお、それぞれの態様において、先に示した種々の付加的要素を適用することが可能である。

【0019】

本発明をコンピュータプログラムまたはそのプログラムを記録した記録媒体等として構成する場合には、燃料電池システムの動作を制御するプログラム全体として構成するものとしてもよいし、本発明の機能を果たす部分のみを構成するものとしてもよい。また、記録媒体としては、フレキシブルディスクやCD-ROM、DVD-ROM、光磁気ディスク、ICカード、ROMカートリッジ、パンチカード、バーコードなどの符号が印刷された印刷物、コンピュータの内部記憶装置(RAMやROMなどのメモリ)および外部記憶装置などコンピュータが読み取り可能な種々の媒体を利用できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、実施例に基づき説明する。

20

A. 第1実施例：

A1. 燃料電池システムの構成：

図1は、本発明の一実施例としての燃料電池システム1000の概略構成を示す説明図である。この燃料電池システム1000は、電気自動車に搭載されているものとする。燃料電池スタック100は、燃料ガス(水素)と酸化剤ガス(酸素)との電気化学反応によって発電するセル40を、複数積層させたスタック構造を有している。各セル40は、プロトン伝導性を有する電解質膜の両面に、それぞれアノード、および、カソードを接合した膜電極接合体を備えている。本実施例では、電解質膜として、ナフィオン(登録商標)等の固体高分子膜を用いるものとした。電解質として、固体酸化物等、他の電解質を用いるものとしてもよい。なお、セル40の積層数は、燃料電池スタック100に要求される出力に応じて任意に設定可能である。

30

【0021】

燃料電池スタック100は、一端から、エンドプレート10a、絶縁板20a、集電板30a、複数のセル40、集電板30b、絶縁板20b、エンドプレート10bの順に積層することによって構成されている。これらには、燃料電池スタック100内に、水素や、空気や、冷却水を流すための供給口や、排出口が設けられている。また、燃料電池スタック100内部には、水素や、空気や、冷却水を、それぞれ各セル40に分配して供給するための供給マニホールド(水素供給マニホールド、空気供給マニホールド、冷却水供給マニホールド)や、各セル40のアノードおよびカソードからそれぞれ排出されるアノードオフガスおよびカソードオフガスや、冷却水を集合させて燃料電池スタック100の外部に排出するための排出マニホールド(アノードオフガス排出マニホールド、カソードオフガス排出マニホールド、冷却水排出マニホールド)が形成されている。

40

【0022】

エンドプレート10a, 10bは、剛性を確保するため、鋼等の金属によって形成されている。絶縁板20a, 20bは、ゴムや、樹脂等の絶縁性部材によって形成されている。集電板30a, 30bは、緻密質カーボンや、銅板などのガス不透過な導電性部材によって形成されている。集電板30a, 30bには、それぞれ図示しない出力端子が設けられており、燃料電池スタック100で発電した電力を出力可能となっている。

【0023】

燃料電池スタック100には、スタック構造のいずれかの箇所における接触抵抗の増加等による電池性能の低下を抑制したり、ガスの漏洩を抑制したりするために、スタック構

50

造の積層方向に、外部から所定の押圧力（締結荷重）が加えられる。そして、この締結荷重が加えられた状態で、テンションプレート50の両端を、ボルト52によって、エンドプレート10a, 10bにそれぞれ固定することによって、締結荷重が維持されている。

【0024】

テンションプレート50には、テンションプレート50の歪み量を検出する歪みセンサ54が設置されている。そして、歪みセンサ54によって検出されたテンションプレート50の歪み量に基づいて、後述する制御ユニット90は、燃料電池スタック100に加わっている締結荷重を算出し、後述する運転制御処理を実行する。歪みセンサ54は、本発明における締結荷重検出部に相当する。また、燃料電池スタック100には、燃料電池スタック100の温度を検出する温度センサ42が設置されている。

10

【0025】

燃料電池スタック100のアノードには、配管63を介して、高圧水素を貯蔵した水素タンク60から、燃料ガスとしての水素が供給される。水素タンク60の代わりに、アルコール、炭化水素、アルデヒドなどを原料とする改質反応によって水素リッチなガスを生成し、アノードに供給するものとしてもよい。

【0026】

水素タンク60に貯蔵された高圧水素は、水素タンク60の出口に設けられたシャットバルブ61や、レギュレータ62によって、圧力、および、供給量が調整されて、水素供給マニホールドを介して、各セル40のアノードに供給される。各セル40から排出されるアノードオフガスは、アノードオフガス排出マニホールドに接続された排出配管64を介して、燃料電池スタック100の外部に排出される。

20

【0027】

なお、排出配管64には、レギュレータ65、および、圧力センサ66が配設されており、レギュレータ65を調整することによって、アノードオフガスの背圧を調整することができる。レギュレータ62、および、レギュレータ65は、本発明における圧力制御部に相当する。

【0028】

燃料電池スタック100のカソードには、配管71を介して、エアコンプレッサ70によって圧縮された圧縮空気が、酸素を含有した酸化剤ガスとして供給される。そして、この圧縮空気は、配管71に接続された空気供給マニホールドを介して、各セル40のカソードに供給される。各セル40のカソードから排出されるカソードオフガスは、カソードオフガス排出マニホールドに接続された排出配管72を介して、燃料電池スタック100の外部に排出される。

30

【0029】

なお、排出配管72には、レギュレータ73、および、圧力センサ74が配設されており、レギュレータ73を調整することによって、アノードオフガスの背圧を調整することができる。また、エアコンプレッサ70、および、レギュレータ73は、本発明における圧力制御部に相当する。

【0030】

燃料電池スタック100は、上述した電気化学反応によって発熱するため、燃料電池スタック100には、燃料電池スタック100を冷却するための冷却水も供給される。この冷却水は、循環ポンプ81によって、冷却水用の配管82を流れ、ラジエータ80によって冷却されて、燃料電池スタック100に供給される。また、配管82には、図示するように、ラジエータ80を通さずに、冷却水を循環させるためのバイパス配管83が接続されており、さらに、配管82とバイパス配管83との一方の接続部には、三方弁84が配設されている。したがって、三方弁84を切り換えることによって、ラジエータ80を通さずに、配管82、および、バイパス配管83を介して、冷却水を循環させることも可能である。そして、ラジエータ80を通さずに冷却水の循環を行った場合には、冷却水の温度は上昇する。

40

【0031】

50

なお、配管 8 2 には、冷却水の供給圧力を検出する圧力センサ 8 5 や、燃料電池スタック 1 0 0 から排出された冷却水の温度を検出する温度センサ 8 6 が配設されている。循環ポンプ 8 1 は、本発明における冷却媒体圧力制御部に相当する。また、循環ポンプ 8 1、および、三方弁 8 4 は、本発明における冷却媒体温度制御部に相当する。

【 0 0 3 2 】

燃料電池システム 1 0 0 0 の運転は、制御ユニット 9 0 によって制御される。制御ユニット 9 0 は、内部に CPU、RAM、ROM などを備えるマイクロコンピュータとして構成されており、各種センサの出力に基づいて、ROM に記憶されたプログラムに従って、例えば、各種バルブや、ポンプの駆動等、燃料電池システム 1 0 0 0 の全体の運転を制御する。制御ユニット 9 0 は、本発明における圧力制御部、冷却媒体圧力制御部、冷却媒体温度制御部に相当する。

10

【 0 0 3 3 】

A 2 . 運転制御 :

先に説明したように、燃料電池スタック 1 0 0 は、外部からの締結荷重が加えられた状態で、テンションプレート 5 0 や、ボルト 5 2 によって締結されている。そして、燃料電池スタック 1 0 0 の製造初期に設定された締結荷重は、長期間に亘って維持することは困難であり、経時的に変化する。すなわち、上述した締結荷重は、燃料電池スタック 1 0 0 を構成する部材の熱膨張によって増加したり、燃料電池スタック 1 0 0 を構成する部材のクリープ等によって低下したりする。そして、上述した締結荷重が過剰に増加した場合には、燃料電池スタック 1 0 0 を構成する部材の早期劣化を招く。また、上述した締結荷重が過剰に低下した場合には、接触抵抗の低下を招き、燃料電池スタック 1 0 0 の電池性能の低下を招く。このため、本実施例の燃料電池システム 1 0 0 0 では、以下に説明する運転制御処理を実行することによって、燃料電池スタック 1 0 0 に加わる締結荷重を調整する。

20

【 0 0 3 4 】

図 2 は、第 1 実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、燃料電池スタック 1 0 0 による発電中に、制御ユニット 9 0 の CPU が実行する処理である。

【 0 0 3 5 】

まず、CPU は、歪みセンサ 5 4 によって、燃料電池スタック 1 0 0 に加わっている締結荷重 L を検出する。また、圧力センサ 6 6、および、圧力センサ 7 4 によって、燃料電池スタック 1 0 0 内における水素の圧力（水素圧）、および、空気の圧力（空気圧）を検出する（ステップ S 1 0 0）。

30

【 0 0 3 6 】

次に、CPU は、歪みセンサ 5 4 によって検出された締結荷重 L が、所定範囲内にあるか否かを判断する（ステップ S 1 1 0）。本実施例では、所定範囲の上限値、および、下限値として、下限値 L_{th1} 、および、上限値 L_{th2} が予め設定されているものとした。これらの値は、例えば、燃料電池スタック 1 0 0 を構成する部材の材質等に応じて、任意に設定可能である。

【 0 0 3 7 】

そして、歪みセンサ 5 4 によって検出された締結荷重 L が、所定範囲内にある場合には（S 1 1 0 : YES）、CPU は、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ 5 4 によって検出された締結荷重 L が、下限値 L_{th1} 以下である場合には（S 1 1 0 : $L < L_{th1}$ ）、CPU は、レギュレータ 6 2、6 5 を制御して、燃料電池スタック 1 0 0 内の水素圧を増加させ、また、エアコンプレッサ 7 0 の出力、レギュレータ 7 3 を制御して、燃料電池スタック 1 0 0 内の空気圧を増加させる（ステップ S 1 2 0）。なお、水素圧、および、空気圧の増加量は、任意に設定可能である。こうすることによって、燃料電池スタック 1 0 0 を構成する部材のクリープ等によって、上述した締結荷重が経時的に低下した場合に、燃料電池スタック 1 0 0 内の圧力を増加させ、締結荷重を増加させることができる。

40

50

【0038】

また、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、上限値Lth2よりも大きい場合には(ステップS110: L > Lth2)、CPUは、レギュレータ62, 65を調整して、燃料電池スタック100内の水素圧を減少させ、また、エアコンプレッサ70の出力、レギュレータ73を調整して、燃料電池スタック100内の空気圧を減少させる(ステップS130)。なお、水素圧、および、空気圧の減少量は、任意に設定可能である。こうすることによって、燃料電池スタック100に過剰な締結荷重が加わることによる燃料電池スタック100を構成する部材の早期劣化を抑制することができる。

【0039】

そして、CPUは、再度、歪みセンサ54によって、締結荷重Lを検出し(ステップS140)、締結荷重Lが上述した所定範囲内にあるか否かを判断する(ステップS150)。そして、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが所定範囲内にある場合には(ステップS150: YES)、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、所定範囲内にはない場合には(ステップS150: NO)、警告処理を行い(ステップS160)、運転者に燃料電池スタック100に加わっている締結荷重の異常を警告する。警告処理としては、例えば、警告ランプの点灯や、警告音の発生等が挙げられる。

【0040】

図3は、本実施例の燃料電池システム1000における効果を概念的に示す説明図である。横軸に燃料電池システム1000が搭載された電気自動車の走行距離、すなわち、燃料電池システム1000の使用時間を示し、縦軸に燃料電池スタック100に加わる締結荷重を示した。先に説明したように、燃料電池システム1000では、燃料電池スタック100を構成する部材のクリープ等が生じるため、図示するように、燃料電池スタック100に加わる締結荷重は、走行距離に伴って、経時的に低下する。なお、燃料電池スタック100を構成する部材のクリープは、一般に、初期段階で大きくなるため、上記締結荷重の低下は、初段階で大きくなる。そして、上述した運転制御処理を行わない場合には、ある時点を超えると、一点鎖線L2で示したように、締結荷重が下限値Lth1を下回って、燃料電池スタック100内における接触抵抗が高くなり、電池性能の低下を招く。一方、上述した運転制御を行う場合には、実線L1で示したように、発電中に燃料電池スタック100に加わる締結荷重が下限値Lth1を下回るまでの時間を延ばし、電池性能の低下を抑制することができる。

【0041】

以上説明した第1実施例の燃料電池システム1000によれば、比較的簡易な構成で、燃料電池スタック100内の圧力を調整し、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することができる。

【0042】

B. 第2実施例:

第2実施例の燃料電池システム1000の構成は、図1に示した第1実施例の燃料電池システム1000と同じである。以下、第2実施例の運転制御処理について説明する。

【0043】

図4は、第2実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、燃料電池スタック100による発電中に、制御ユニット90のCPUが実行する処理である。

【0044】

まず、CPUは、歪みセンサ54によって、燃料電池スタック100に加わっている締結荷重Lを検出する。また、圧力センサ85によって、燃料電池スタック100内における冷却水の圧力を検出する(ステップS200)。

【0045】

次に、CPUは、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、所定範囲内にあるか否かを判断する(ステップS210)。本実施例においても、第1実施例と同様に、所

10

20

30

40

50

定範囲の上限値、および、下限値として、下限値 L_{th1} 、および、上限値 L_{th2} が予め設定されているものとした。

【0046】

そして、歪みセンサ54によって検出された締結荷重 L が、所定範囲内にある場合には (S210: YES)、CPUは、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ54によって検出された締結荷重 L が、下限値 L_{th1} 以下である場合には (S210: $L < L_{th1}$)、CPUは、循環ポンプ81の出力を増加させて、燃料電池スタック100内の冷却水の圧力を増加させる (ステップS220)。なお、冷却水の圧力の増加量、すなわち、循環ポンプ81の出力の増加量は、任意に設定可能である。こうすることによって、燃料電池スタック100を構成する部材のクリープ等によって、上述した締結荷重が経時的に低下した場合に、燃料電池スタック100内の圧力を増加させ、締結荷重を増加させることができる。

10

【0047】

また、歪みセンサ54によって検出された締結荷重 L が、上限値 L_{th2} よりも大きい場合には (ステップS210: $L > L_{th2}$)、CPUは、循環ポンプ81の出力を減少させて、燃料電池スタック100内の冷却水の圧力を減少させる (ステップS230)。なお、冷却水の圧力の減少量、すなわち、循環ポンプ81の出力の減少量は、任意に設定可能である。こうすることによって、燃料電池スタック100に過剰な締結荷重が加わることによる燃料電池スタック100を構成する部材の早期劣化を抑制することができる。

20

【0048】

そして、CPUは、再度、歪みセンサ54によって、締結荷重 L を検出し (ステップS240)、締結荷重 L が上述した所定範囲内にあるか否かを判断する (ステップS250)。そして、歪みセンサ54によって検出された締結荷重 L が所定範囲内にある場合には (ステップS250: YES)、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ54によって検出された締結荷重 L が、所定範囲内にはない場合には (ステップS250: NO)、警告処理を行い (ステップS260)、運転者に燃料電池スタック100に加わっている締結荷重の異常を警告する。

【0049】

以上説明した第2実施例の燃料電池システム1000によっても、第1実施例と同様に、比較的簡易な構成で、燃料電池スタック100内の圧力を調整し、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することができる。

30

【0050】

C. 第3実施例:

第3実施例の燃料電池システム1000の構成は、図1に示した第1実施例の燃料電池システム1000と同じである。以下、第3実施例の運転制御処理について説明する。

【0051】

図5は、第3実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、燃料電池スタック100による発電中に、制御ユニット90のCPUが実行する処理である。

【0052】

まず、CPUは、歪みセンサ54によって、燃料電池スタック100に加わっている締結荷重 L を検出する。また、温度センサ86によって、燃料電池スタック100内における冷却水の温度を検出する (ステップS300)。

40

【0053】

次に、CPUは、歪みセンサ54によって検出された締結荷重 L が、所定範囲内にあるか否かを判断する (ステップS310)。本実施例においても、第1実施例と同様に、所定範囲の上限値、および、下限値として、下限値 L_{th1} 、および、上限値 L_{th2} が予め設定されているものとした。

【0054】

そして、歪みセンサ54によって検出された締結荷重 L が、所定範囲内にある場合には

50

(S310: YES)、CPUは、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、下限値L_{th1}以下である場合には(S310: L_{th1})、CPUは、循環ポンプ81の出力を減少させるとともに、冷却水が、ラジエータ80を通らずに、バイパス配管83を流れるように、三方弁84を切り換え、燃料電池スタック100内の冷却水の温度を上昇させる(ステップS320)。そして、適宜、三方弁84の切り換え等を行い、冷却水の温度を維持する。なお、冷却水の温度の上昇量は、燃料電池スタック100による発電に適した温度範囲内で任意に設定可能である。こうすることによって、燃料電池スタック100を構成する部材のクリープ等によって、上述した締結荷重が経時的に低下した場合に、燃料電池スタック100を構成する部材を熱膨張させ、締結荷重を増加させることができる。

10

【0055】

また、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、上限値L_{th2}よりも大きい場合には(ステップS310: L > L_{th2})、CPUは、ラジエータ80が備えるファンの出力を増加させて、燃料電池スタック100内の冷却水の温度を低下させる(ステップS230)。そして、適宜、ファンの出力を制御して、冷却水の温度を維持する。なお、冷却水の温度の低下量は、燃料電池スタック100における発電に適した温度範囲内で任意に設定可能である。こうすることによって、燃料電池スタック100に過剰な締結荷重が加わることによる燃料電池スタック100を構成する部材の早期劣化を抑制することができる。

20

【0056】

そして、CPUは、再度、歪みセンサ54によって、締結荷重Lを検出し(ステップS340)、締結荷重Lが上述した所定範囲内にあるか否かを判断する(ステップS350)。そして、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが所定範囲内にある場合には(ステップS350: YES)、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、所定範囲内にはない場合には(ステップS350: NO)、警告処理を行い(ステップS360)、運転者に燃料電池スタック100に加わっている締結荷重の異常を警告する。

【0057】

以上説明した第3実施例の燃料電池システム1000によっても、第1実施例と同様に、比較的簡易な構成で、燃料電池スタック100内の圧力を調整し、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することができる。

30

【0058】

D. 第4実施例:

第4実施例の燃料電池システム1000の構成は、図1に示した第1実施例の燃料電池システム1000と同じである。以下、第4実施例の運転制御処理について説明する。

【0059】

図6は、第4実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、燃料電池スタック100による発電中に、制御ユニット90のCPUが実行する処理である。

【0060】

まず、CPUは、歪みセンサ54によって、燃料電池スタック100に加わっている締結荷重Lを検出する。また、温度センサ42によって、燃料電池スタック100の温度Tを検出する。また、圧力センサ66、および、圧力センサ74によって、燃料電池スタック100内における水素圧、および、空気圧を検出する(ステップS400)。

40

【0061】

次に、CPUは、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、所定の下限値L_{th1}以下であるか否かを判断する(ステップS410)。そして、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、下限値L_{th1}よりも大きい場合には(S410: NO)、CPUは、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ54によって検出された締結荷重Lが、下限値L_{th1}以下である場合には(S410: L_{th1})、CPUは、

50

温度センサ 42 によって検出された燃料電池スタック 100 の温度が所定の上限値 T_{th} 以上であるか否かを判断する（ステップ S420）。

【0062】

そして、温度センサ 42 によって検出された温度 T が、上限値 T_{th} 未満である場合には（ステップ S420：NO）、CPU は、循環ポンプ 81 の出力を減少させるとともに、冷却水が、ラジエータ 80 を通らずに、バイパス配管 83 を流れるように、三方弁 84 を切り換え、燃料電池スタック 100 内の冷却水の温度を上昇させる（ステップ S430）。そして、適宜、三方弁 84 の切り換え等を行い、冷却水の温度を維持する。なお、冷却水の温度の上昇量は、燃料電池スタック 100 による発電に適した温度範囲内で任意に設定可能である。こうすることによって、燃料電池スタック 100 を構成する部材のクリープ等によって、上述した締結荷重が経時的に低下した場合に、燃料電池スタック 100 を構成する部材を熱膨張させ、締結荷重を増加させることができる。

10

【0063】

一方、温度センサ 42 によって検出された温度 T が、上限値 T_{th} 以上である場合には（ステップ S420：YES）、CPU は、循環ポンプ 81 の出力を増加させて、燃料電池スタック 100 内の冷却水の圧力を増加させるとともに、レギュレータ 62, 65 を制御して、燃料電池スタック 100 内の水素圧を増加させ、また、エアコンプレッサ 70 の出力、レギュレータ 73 を制御して、燃料電池スタック 100 内の空気圧を増加させる（ステップ S440）。こうすることによって、燃料電池スタック 100 を構成する部材のクリープ等によって、上述した締結荷重が経時的に低下した場合に、燃料電池スタック 100 内の圧力を増加させ、締結荷重を増加させることができる。

20

【0064】

そして、CPU は、再度、歪みセンサ 54 によって、締結荷重 L を検出し（ステップ S450）、締結荷重 L が下限値 L_{th1} 以下であるか否かを判断する（ステップ S460）。そして、歪みセンサ 54 によって検出された締結荷重 L が下限値 L_{th1} よりも大きい場合には（ステップ S460：NO）、CPU は、この運転制御処理を終了する。一方、歪みセンサ 54 によって検出された締結荷重 L が、下限値 L_{th1} 以下である場合には（ステップ S460：YES）、警告処理を行い（ステップ S470）、運転者に燃料電池スタック 100 に加わっている締結荷重の異常を警告する。

30

【0065】

以上説明した第 4 実施例の燃料電池システム 1000 によっても、第 1 実施例と同様に、比較的簡易な構成で、燃料電池スタック 100 内の圧力を調整し、燃料電池スタックに加わる締結荷重を調整することができる。

【0066】

E . 変形例 :

以上、本発明のいくつかの実施の形態について説明したが、本発明はこのような実施の形態になら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々なる態様での実施が可能である。例えば、以下のような変形が可能である。

【0067】

E1 . 変形例 1 :

上記各実施例では、テンションプレート 50 に設置された歪みセンサ 54 によって、燃料電池スタック 100 に加わっている締結荷重を、間接的に検出するものとしたが、本発明は、これに限られない。例えば、燃料電池スタック 100 において積層されるいずれかの部材間に圧力センサを挟み、この圧力センサによって、燃料電池スタック 100 に加わっている締結荷重を、直接的に検出するようにしてもよい。

40

【0068】

E2 . 変形例 2 :

上記実施例では、温度センサ 42 によって、燃料電池スタック 100 の温度を、直接的に検出するものとしたが、本発明は、これに限られない。例えば、配管 82 に、燃料電池スタック 100 に供給される冷却水の温度を検出する温度センサを設け、この温度センサ

50

によって検出された温度と、温度センサ 86 によって検出された、燃料電池スタック 100 から排出された冷却水の温度との差に基づいて、燃料電池スタック 100 の温度を推定するようにしてもよい。

【0069】

E3 . 変形例 3 :

上記第 1 実施例の運転制御では、ステップ S120、および、ステップ S130 において、水素圧、および、空気圧の双方を増減させるものとしたが、本発明は、これに限られず、水素圧、および、空気圧のいずれかを増減させるものとしてもよい。ただし、水素圧、および、空気圧の双方を増減させることによって、セル 40 が備える膜電極接合体の両面における圧力差を小さくし、膜電極接合体の破損を抑制することができる。

10

【0070】

なお、ステップ S120 において、水素圧、および、空気圧のいずれかを増加させる場合には、水素圧を増加させるよりも、空気圧を増加させる方が好ましい。こうすることによって、カソードからの水（生成水）の排出が抑制されるため、電解質膜が膨潤し、締結荷重が増加する。これらは、第 4 実施例の運転制御のステップ S440 についても同様である。

【0071】

E4 . 変形例 4 :

上記第 1 ないし第 4 実施例における運転制御処理を、適宜、組み合わせたり、一部を省略したりしてもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図 1】本発明の一実施例としての燃料電池システム 1000 の概略構成を示す説明図である。

【図 2】第 1 実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図 3】本実施例の燃料電池システム 1000 における効果を概念的に示す説明図である。

【図 4】第 2 実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図 5】第 3 実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図 6】第 4 実施例の運転制御処理の流れを示すフローチャートである。

30

【符号の説明】

【0073】

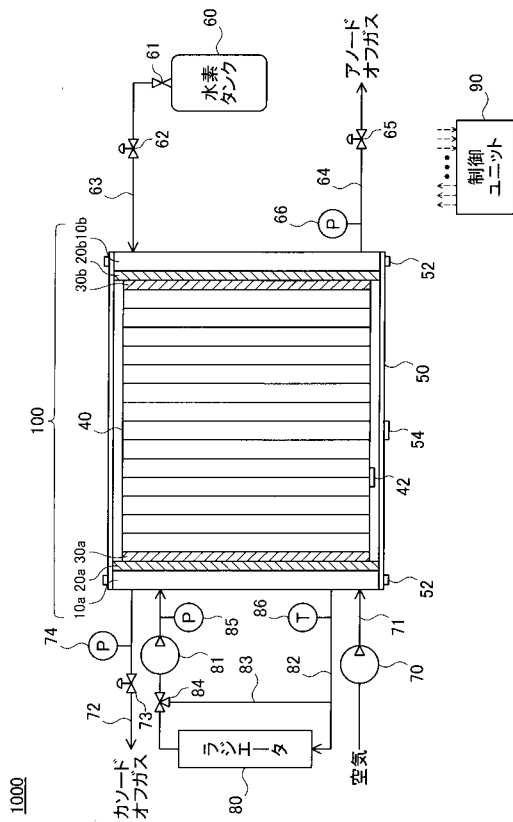
- 1000 ... 燃料電池システム
- 100 ... 燃料電池スタック
- 10a , 10b ... エンドプレート
- 20a , 20b ... 絶縁板
- 30a , 30b ... 集電板
- 40 ... セル
- 42 ... 温度センサ
- 50 ... テンションプレート
- 52 ... ボルト
- 54 ... 歪みセンサ
- 60 ... 水素タンク
- 61 ... シャットバルブ
- 62 ... レギュレータ
- 63 ... 配管
- 64 ... 排出配管
- 65 ... レギュレータ
- 66 ... 圧力センサ
- 70 ... エアコンプレッサ

40

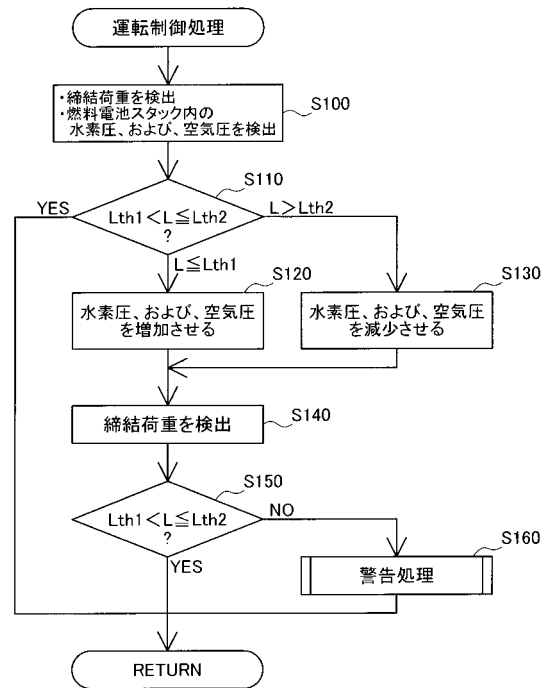
50

- 7 1 ... 配管
- 7 2 ... 排出配管
- 7 3 ... レギュレータ
- 7 4 ... 圧力センサ
- 8 0 ... ラジエータ
- 8 1 ... 循環ポンプ
- 8 2 ... 配管
- 8 3 ... バイパス配管
- 8 4 ... 三方弁
- 8 5 ... 圧力センサ
- 8 6 ... 温度センサ
- 9 0 ... 制御ユニット

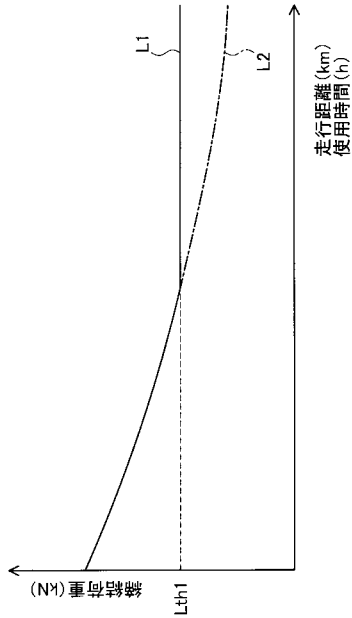
【 図 1 】



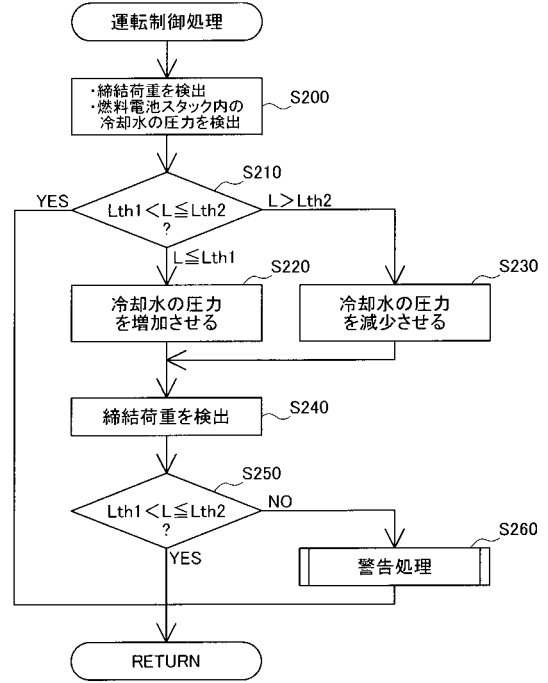
【 図 2 】



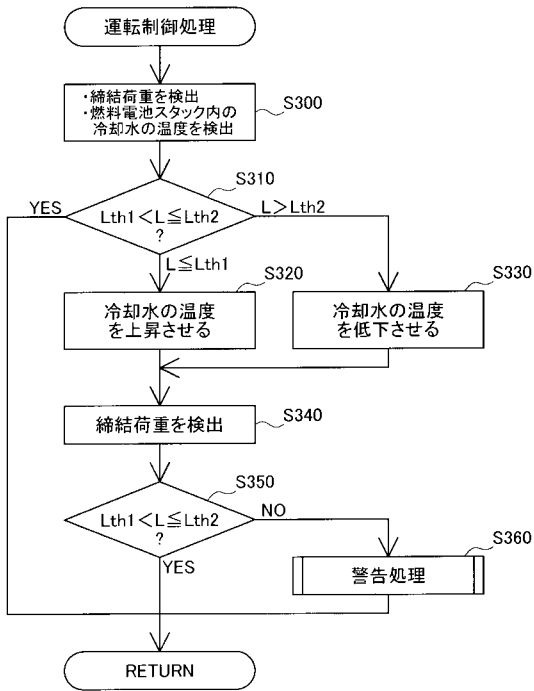
【 図 3 】



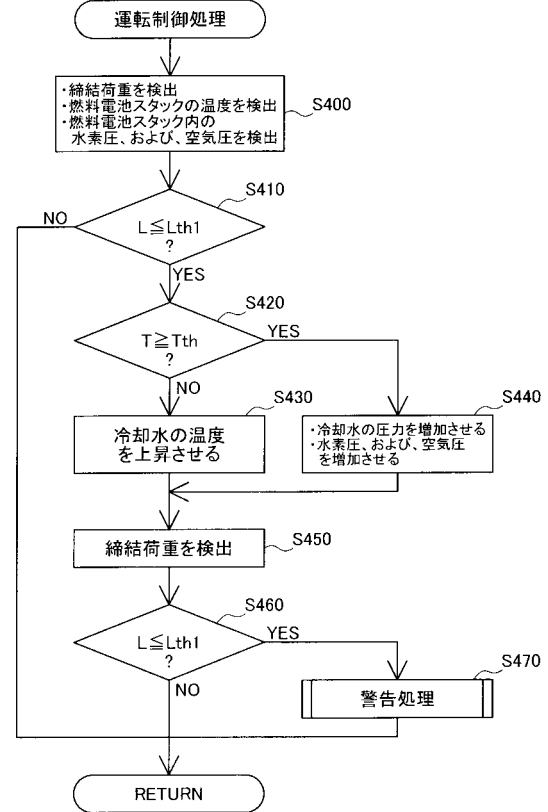
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H027 AA06 CC06 KK01 KK02 KK05 KK48 MM04 MM09 MM16