

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6881225号  
(P6881225)

(45) 発行日 令和3年6月2日(2021.6.2)

(24) 登録日 令和3年5月10日(2021.5.10)

(51) Int. Cl.	F 1
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/04 J
HO 1 M 8/04111 (2016.01)	HO 1 M 8/04111
HO 1 M 8/10 (2016.01)	HO 1 M 8/04 N
	HO 1 M 8/10 1 0 1

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-203170 (P2017-203170)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成29年10月20日(2017.10.20)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2019-79606 (P2019-79606A)	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(43) 公開日	令和1年5月23日(2019.5.23)	(72) 発明者	貞光 貴裕 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和2年2月19日(2020.2.19)	審査官	橋本 敏行

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池システムであって、  
 燃料電池と、  
 前記燃料電池に空気を供給するための空気供給流路と、  
 前記燃料電池から空気を排出するための空気排出流路と、  
 前記空気供給流路に空気を供給するコンプレッサと、  
 前記コンプレッサを駆動させるためのモータと、  
 前記空気排出流路に配置され、前記モータによる前記コンプレッサの駆動を補助するタービンと、  
 前記空気供給流路における前記コンプレッサの下流側と、前記空気排出流路における前記タービンの上流側とを連通するバイパス流路と、  
 前記バイパス流路を開閉するバイパス弁と、  
 前記燃料電池の発電に要求される空気の流量である要求空気流量に応じて、前記モータの駆動と前記バイパス弁の開閉とを制御する制御部と、  
 を備え、  
 前記制御部は、  
 前記要求空気流量が、予め定められた閾値を下回らない場合は、前記バイパス弁を閉状態とし、前記要求空気流量に対応する流量の空気を前記燃料電池に流通させるように前記モータの駆動を制御する第1制御を行い、

10

20

前記要求空気流量が、前記予め定められた閾値を下回る場合は、前記バイパス弁を開状態として前記バイパス流路にも空気を流通させるとともに、前記要求空気流量に対応する流量の空気を前記燃料電池に流通させるように前記モータの駆動を制御する第2制御を行い、

前記制御部は、単位時間当たりの前記要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上である場合は、前記要求空気流量が前記予め定められた閾値を下回るか否かにかかわらず、前記バイパス弁を閉状態とする、

燃料電池システム。

【請求項2】

請求項1に記載の燃料電池システムであって、

前記予め定められた閾値は、前記燃料電池システムにおいて前記コンプレッサの吐出する空気の流量に対する前記モータの消費電力が極小となる流量に基づいて定められた値である、

燃料電池システム。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の燃料電池システムであって、

前記バイパス流路における前記バイパス弁の下流側に接続され、前記バイパス流路を流れる空気を貯留するための蓄圧タンクを備える、

燃料電池システム。

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記空気排出流路における前記タービンの上流側で、かつ、前記バイパス流路と前記空気排出流路との接続部の下流側に配置され、前記燃料電池内を流れる空気の圧力を調節するための調圧弁を備える、

燃料電池システム。

【請求項5】

請求項4に記載の燃料電池システムであって、

前記調圧弁の弁箱は、前記タービンのタービンハウジングと一体に形成され、

前記調圧弁の弁体は、前記タービンにおけるタービンホイールの上流側に配置されている、

燃料電池システム。

【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記バイパス流路は、前記タービンのタービンハウジング内に接続されており、

前記バイパス弁の弁箱は、前記タービンハウジングと一体に形成され、

前記バイパス弁の弁体は、前記タービンにおけるタービンホイールの上流側に配置されている、

燃料電池システム。

【請求項7】

請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記バイパス流路は、前記タービンのタービンハウジング内に接続されており、

前記バイパス流路から前記タービンハウジング内へと流入する空気が前記タービンのタービンホイールの回転を促進する方向に流れるように、前記バイパス流路の前記タービンハウジング内における開口部が方向付けられている、

燃料電池システム。

【請求項8】

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記制御部は、前記モータの回転数を一定に保つように、前記第2制御を行う、

燃料電池システム。

【請求項9】

10

20

30

40

50

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、  
前記制御部は、前記コンプレッサに吸入される空気の圧力と前記コンプレッサから吐出される空気の圧力との比である圧力比を一定に保つように、前記第 2 制御を行う、  
燃料電池システム。

【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、  
燃料電池と、  
前記燃料電池に空気を供給するための空気供給流路と、  
前記燃料電池から空気を排出するための空気排出流路と、  
前記空気供給流路に空気を供給するコンプレッサと、  
前記コンプレッサを駆動させるためのモータと、  
前記空気排出流路に配置され、前記モータによる前記コンプレッサの駆動を補助するタービンと、

10

前記空気供給流路における前記コンプレッサの下流側と、前記空気排出流路における前記タービンの上流側とを連通するバイパス流路と、

前記バイパス流路を開閉するバイパス弁と、  
を備え、

前記燃料電池の発電に要求される空気の流量である要求空気流量が、予め定められた閾値を下回らない場合は、前記バイパス弁を閉状態とし、前記要求空気流量に対応する流量の空気を前記燃料電池に流通させるように前記モータの駆動を制御する第 1 制御を行い、

20

前記要求空気流量が、前記予め定められた閾値を下回る場合は、前記バイパス弁を開状態として前記バイパス流路にも空気を流通させるとともに、前記要求空気流量に対応する流量の空気を前記燃料電池に流通させるように前記モータの駆動を制御する第 2 制御を行い、

単位時間当たりの前記要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上である場合は、前記要求空気流量が前記予め定められた閾値を下回るか否かにかかわらず、前記バイパス弁を閉状態とする、

燃料電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池システムに関して、例えば、特許文献 1 には、燃料電池のカソードに空気を供給する空気供給回転機が、駆動モータと、カソードオフガスが有するエネルギーによって回転するエキスパンダとによって駆動されることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 182781 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載された燃料電池システムでは、燃料電池の要求出力電力が小さい運転状態では、燃料電池が要求する空気の流量は少ないため、空気供給回転機（コンプレッサ）が吐出する空気の流量は小さくなる。この場合、エキスパンダ（タービン）へのカソードオフガスの供給流量も小さくなり、タービンによる駆動力が小さくなるため、コンプレッサの効率は低下し、燃料電池システムの燃費が悪化する可能性がある。

50

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

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、以下の形態として実現することが可能である。

**【0006】**

(1) 本発明の一形態によれば、燃料電池システムが提供される。この燃料電池システムは、燃料電池と；前記燃料電池に空気を供給するための空気供給流路と；前記燃料電池から空気を排出するための空気排出流路と；前記空気供給流路に空気を供給するコンプレッサと；前記コンプレッサを駆動させるためのモータと；前記空気排出流路に配置され、前記モータによる前記コンプレッサの駆動を補助するタービンと；前記空気供給流路における前記コンプレッサの下流側と、前記空気排出流路における前記タービンの上流側とを連通するバイパス流路と；前記バイパス流路を開閉するバイパス弁と；前記燃料電池の発電に要求される空気の流量である要求空気流量に応じて、前記モータの駆動と前記バイパス弁の開閉とを制御する制御部と；を備える。前記制御部は、前記要求空気流量が、予め定められた閾値を下回らない場合は、前記バイパス弁を閉状態とし、前記要求空気流量に対応する流量の空気を前記燃料電池に流通させるように前記モータの駆動を制御する第1制御を行い；前記要求空気流量が、前記予め定められた閾値を下回る場合は、前記バイパス弁を開状態として前記バイパス流路にも空気を流通させるとともに、前記要求空気流量に対応する流量の空気を前記燃料電池に流通させるように前記モータの駆動を制御する第2制御を行う。この形態の燃料電池システムによれば、要求空気流量が小さい場合に、コンプレッサの供給する空気は、燃料電池だけでなく、バイパス流路を通じてコンプレッサの駆動を補助するためのタービンにも直接的に供給される。このため、燃料電池に供給される空気の流量を低下させることなく、コンプレッサを駆動するためのモータの消費電力を低減することができ、燃料電池システムの燃費を向上させることができる。

10

20

**【0007】**

(2) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記予め定められた閾値は、前記燃料電池システムにおいて前記コンプレッサの吐出する空気の流量に対する前記モータの消費電力が極小となる流量に基づいて定められた値であってもよい。この形態の燃料電池システムによれば、燃料電池システムの燃費をより向上させることができる。

**【0008】**

(3) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、単位時間当たりの前記要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上である場合は、前記要求空気流量が前記予め定められた閾値を下回るか否かにかかわらず、前記バイパス弁を閉状態としてもよい。この形態の燃料電池システムによれば、単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上となる場合に、増加した要求空気流量に対応する流量の空気が、バイパス流路へと流れることを抑制できる。このため、要求空気流量の増加量が予め定められた増加量以上となった場合に、燃料電池への空気の供給が遅れることを抑制することができる。

30

**【0009】**

(4) 上記形態の燃料電池システムは、前記バイパス流路における前記バイパス弁の下流側に接続され、前記バイパス流路を流れる空気を貯留するための蓄圧タンクを備えてもよい。この形態の燃料電池システムによれば、第2制御時に、バイパス流路を流れる空気の一部を、蓄圧タンクに貯留することができるので、制御が切替えられてバイパス弁が閉状態にされた場合にも、第2制御時に蓄圧タンクに貯留しておいた空気を、タービンに供給することができる。このため、バイパス弁が閉状態にされている場合にも、モータによるコンプレッサの駆動を補助するための、タービンによる駆動力を増加させることができる。

40

**【0010】**

(5) 上記形態の燃料電池システムは、前記空気排出流路における前記タービンの上流側で、かつ、前記バイパス流路と前記空気排出流路との接続部の下流側に配置され、前記

50

燃料電池内を流れる空気の圧力を調節するための調圧弁を備えてもよい。この形態の燃料電池システムによれば、調圧弁より上流側の圧力の急激な変動を抑制することができる。このため、例えば、バイパス弁の開閉に伴って、燃料電池内の圧力が急激に低下することを抑制できる。

【0011】

(6) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記調圧弁の弁箱は、前記タービンのタービンハウジングと一体に形成され、前記調圧弁の弁体は、前記タービンにおけるタービンホイールの上流側に配置されてもよい。この形態の燃料電池システムによれば、調圧弁の開度を調節することにより、タービンホイールに吹き付けられる空気の流速を変化させることができる。このため、燃料電池システムの構成を簡素化できるとともに、モータによるコンプレッサの駆動を補助するための、タービンによる駆動力を増加させることができる。

10

【0012】

(7) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記バイパス流路は、前記タービンのタービンハウジング内に接続されており、前記バイパス弁の弁箱は、前記タービンハウジングと一体に形成され、前記バイパス弁の弁体は、前記タービンにおけるタービンホイールの上流側に配置されてもよい。この形態の燃料電池システムによれば、燃料電池システムの構成を簡素化することができる。

【0013】

(8) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記バイパス流路は、前記タービンのタービンハウジング内に接続されており、前記バイパス流路から前記タービンハウジング内へと流入する空気が前記タービンのタービンホイールの回転を促進する方向に流れるように、前記バイパス流路の前記タービンハウジング内における開口部が方向付けられていてもよい。この形態の燃料電池システムによれば、バイパス流路からタービンハウジング内に流入する空気が、タービンホイールの回転を促進する。このため、燃料電池システムの構成を簡素化できるとともに、モータによるコンプレッサの駆動を補助するための、タービンによる駆動力を増加させることができる。

20

【0014】

(9) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記モータの回転数を一定に保つように、前記第2制御を行ってもよい。この形態の燃料電池システムによれば、第2制御時におけるモータの消費電力の上昇を抑制できる。このため、燃料電池システムの燃費をより向上させることができる。

30

【0015】

(10) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記コンプレッサに吸入される空気の圧力と前記コンプレッサから吐出される空気の圧力との比である圧力比を一定に保つように、前記第2制御を行ってもよい。この形態の燃料電池システムによれば、第2制御時における燃料電池内の圧力の低下を抑制することができるので、燃料電池の電解質膜が乾燥して、燃料電池の発電電力が低下することを抑制できる。このため、燃料電池システムの燃費をより向上させることができる。

【0016】

40

本発明は、燃料電池システム以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、燃料電池車両や、バイパス弁の開閉方法等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1実施形態における燃料電池システムの概略を示す説明図。

【図2】コンプレッサの吐出空気量と消費電力との関係を示す説明図。

【図3】第1実施形態におけるバイパス制御処理の内容を示すフローチャート。

【図4】バイパス弁目標開度マップを示す説明図。

【図5】コンプレッサの性能特性を示す説明図。

【図6】第2実施形態におけるバイパス判断処理の内容を示すフローチャート。

50

【図 7】第 3 実施形態における燃料電池システムの概略を示す説明図。

【図 8】第 3 実施形態におけるバイパス判断処理の内容を示すフローチャート。

【図 9】他の実施形態 1 における燃料電池システムの概略を示す説明図。

【図 10】他の実施形態 2 における燃料電池システムの概略を示す説明図。

【図 11】他の実施形態 3 におけるタービンを示す断面模式図。

【図 12】他の実施形態 4 におけるタービンを示す断面模式図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

#### A. 第 1 実施形態

図 1 は、第 1 実施形態における燃料電池システム 10 の概略を示す説明図である。本実施形態での燃料電池システム 10 は、例えば、燃料電池車両に搭載され、燃料電池車両の駆動用モータを駆動させるための発電装置として用いられる。燃料電池システム 10 は、定置型の発電装置として用いてもよい。燃料電池システム 10 は、燃料電池 100 と、空気供給流路 210 と、空気排出流路 220 と、バイパス流路 230 と、バイパス弁 240 と、コンプレッサ 310 と、モータ 320 と、タービン 330 と、制御部 500 とを備えている。

10

【0019】

本実施形態の燃料電池 100 は、固体高分子形の燃料電池である。燃料電池 100 は、複数のセルが積層したスタック構造を有する。各セルは、電解質膜の両面に電極触媒層を有する膜電極接合体と、膜電極接合体を挟持する一対のセパレータとを備えている。各セルは、膜電極接合体のアノード側に燃料ガスである水素ガスが供給され、カソード側に酸化ガスである空気が供給されることにより、電気化学反応により起電力を発生する。各セル同士は、直列に接続されている。尚、燃料電池 100 には、燃料電池 100 を冷却するための冷媒が循環する冷却水流路が接続されていてもよい。

20

【0020】

空気供給流路 210 は、燃料電池 100 のカソード側に空気を供給するための流路である。

【0021】

コンプレッサ 310 は、空気供給流路 210 の上流側に配置されている。コンプレッサ 310 は、吸入側から大気中の空気を吸い込んで、コンプレッサ 310 内にて空気を加圧し、吐出側から空気供給流路 210 に加圧された空気を供給する。コンプレッサ 310 は、コンプレッサホイール 311 と、コンプレッサハウジング 312 とを含んでいる。コンプレッサホイール 311 は、回転により空気を加圧するための羽根車であり、モータ 320 によって駆動される。コンプレッサハウジング 312 は、コンプレッサホイール 311 を収容するコンプレッサ 310 の本体部である。コンプレッサ 310 の吸入側からコンプレッサハウジング 312 内に吸入された空気は、コンプレッサホイール 311 の回転により遠心力が与えられ、コンプレッサハウジング 312 の内壁に押し付けられることにより加圧され、コンプレッサ 310 の吐出側から吐出される。本実施形態では、コンプレッサ 310 として、遠心式圧縮機を用いている。尚、コンプレッサ 310 としては、軸流式圧縮機を用いてもよい。

30

40

【0022】

モータ 320 は、コンプレッサ 310 を駆動させるための電動機である。

【0023】

空気排出流路 220 は、燃料電池 100 のカソード側から空気を排出するための流路である。

【0024】

タービン 330 は、空気排出流路 220 に配置されている。タービン 330 は、モータ 320 によるコンプレッサ 310 の駆動を補助する。タービン 330 は、タービンホイール 331 と、タービンハウジング 332 とを含んでいる。タービンホイール 331 は、回転によりコンプレッサ 310 の駆動を補助するための羽根車であり、タービン 330 内を

50

流れる空気によって駆動される。タービンハウジング 332 は、タービンホイール 331 を収容するタービン 330 の本体部である。タービン 330 の吸入側からタービンハウジング 332 内に流入した空気によって、タービンハウジング 332 内に配置されているタービンホイール 331 が回転する。つまり、タービン 330 は、空気の運動エネルギーを、タービンホイール 331 を回転させる動力に変換する。タービンホイール 331 と、モータ 320 と、コンプレッサホイール 311 とは、共通の回転軸 340 によって接続されている。このため、コンプレッサホイール 311 を回転させるためのモータ 320 の駆動は、タービンホイール 331 の回転により補助される。タービンホイール 331 を回転させた空気は、タービン 330 の吐出側から排出される。

#### 【0025】

バイパス流路 230 は、空気供給流路 210 におけるコンプレッサ 310 の下流側と、空気排出流路 220 におけるタービン 330 の上流側とを連通する流路である。バイパス流路 230 は、燃料電池 100 内の空気の流路よりも圧力損失が小さい。

#### 【0026】

バイパス弁 240 は、バイパス流路 230 に配置されている。バイパス弁 240 は、バイパス流路 230 を開閉する弁である。本実施形態では、バイパス弁 240 として、パタフライバルブを用いている。尚、バイパス弁 240 としては、グローブバルブを用いることもできる。

#### 【0027】

本実施形態では、空気排出流路 220 に、調圧弁 221 が配置されている。より詳しくは、調圧弁 221 は、空気排出流路 220 において燃料電池 100 の下流側であってバイパス流路 230 と空気排出流路 220 との接続部の上流側に配置されている。調圧弁 221 は、燃料電池 100 内を流れる空気の圧力を調節するための弁である。

#### 【0028】

制御部 500 は、CPU と、メモリ と、各部品が接続されるインターフェース回路とを備えたコンピュータとして構成されている。CPU は、メモリ に記憶された制御プログラムを実行することにより、要求空気流量に応じて、モータ 320 の駆動とバイパス弁 240 の開閉とを制御する。「要求空気流量」とは、燃料電池 100 の発電に要求される空気の流量である。例えば、燃料電池車両においては、制御部 500 は、燃料電池車両のアクセルの開度に応じて燃料電池 100 の発電電力を増減させるために、要求空気流量を増減させる。尚、本明細書では、「流量」とは、質量流量との意味で用いる。

#### 【0029】

図 2 は、燃料電池システム 10 においてコンプレッサ 310 が吐出する空気の流量（吐出空気量）と、コンプレッサ 310 を駆動するモータ 320 の消費電力との関係を示すグラフである。図 2 に示すグラフでは、バイパス弁 240 は常に閉状態とされている場合における、コンプレッサ 310 の吐出空気量とモータ 320 の消費電力との関係を表している。図 2 に示すグラフの横軸は、コンプレッサ 310 の吐出空気量を示している。縦軸は、モータ 320 の消費電力を示している。コンプレッサ 310 の吐出空気量が多い領域においては、コンプレッサ 310 の吐出空気量を増加させると、モータ 320 の消費電力は増加する。一方、コンプレッサ 310 の吐出空気量が少ない領域においては、コンプレッサ 310 の吐出空気量を減少させると、タービン 330 による駆動力が、タービンホイール 331 の転がり摩擦等に起因して低下し、モータ 320 の消費電力が増加する。そのため、図 2 に示すグラフには、コンプレッサ 310 の吐出空気量に対するモータ 320 の消費電力が極小となる流量が存在する。以下では、モータ 320 の消費電力が極小となる流量よりも、コンプレッサ 310 の吐出空気量が小さくなる範囲を、「低効率領域」という。

#### 【0030】

コンプレッサ 310 の吐出空気量は、要求空気流量に応じて決定される。要求空気流量は、燃料電池車両であれば、アクセル開度等に応じて決定される。そのため、アクセル開度が小さい場合には、要求空気流量も小さくなり、それに伴い、コンプレッサ 310 が低

10

20

30

40

50

効率領域において駆動され、モータ320の消費電力が増加する場合がある。そこで、本実施形態の燃料電池システム10は、次に説明するバイパス制御を行うことにより、コンプレッサ310の吐出空気量を増加させ、タービン330による駆動力を増加させることにより、モータ320の消費電力を低減する。

#### 【0031】

図3は、バイパス制御処理の内容を示すフローチャートである。本明細書にて、「バイパス制御」とは、制御部500が、要求空気流量に基づいてバイパス弁240の開閉を行うことにより、バイパス流路230に流れる空気の流量を調節する処理のことをいう。この処理は、燃料電池100の発電が開始されたときに開始され、燃料電池100の発電が停止するまで周回し続ける。

10

#### 【0032】

制御部500は、まず、要求空気流量が、予め定められた閾値を下回るか否かを判定する(ステップS110)。本実施形態では、「予め定められた閾値」は、コンプレッサ310の効率に基づいて定められている。具体的には、閾値は、燃料電池システム10においてコンプレッサ310の吐出空気量に対するモータ320の消費電力が極小となる流量 $G_{min}$ (図2参照)の値としている。尚、この値は、燃料電池システム10においてコンプレッサ310の吐出空気量に対するモータ320の消費電力が極小となる流量 $G_{min}$ に基づいて定められた値に相当する。閾値は、流量 $G_{min}$ に一致する値に限らず、流量 $G_{min}$ よりやや小さい値としてもよい。

#### 【0033】

要求空気流量が、予め定められた閾値を下回らない場合は(ステップS110:NO)、制御部500は、バイパス弁240を閉状態とし(ステップS120)、要求空気流量に対応する流量の空気を燃料電池100に流通させるように、モータ320の駆動を制御する。この制御のことを「第1制御」という。

20

#### 【0034】

一方、要求空気流量が、予め定められた閾値を下回る場合(ステップS110:YES)、つまり、コンプレッサ310の吐出空気量が低効率領域にある場合には、制御部500は、バイパス弁240の開度を制御して、バイパス流路230にも空気を流通させるとともに、要求空気流量に対応する流量の空気を燃料電池100に流通させるように、モータ320の駆動を制御する。この制御のことを「第2制御」という。より具体的には、まず、制御部500は、要求空気流量と閾値との差分 $G$ を求める(ステップS130)。次に、制御部500は、メモリに記憶されたバイパス弁目標開度マップから、バイパス弁240の目標開度を決定する(ステップS140)。

30

#### 【0035】

図4は、バイパス弁目標開度マップを示す説明図である。バイパス弁目標開度マップには、要求空気流量と閾値との差分 $G$ と、要求空気圧力とに応じて、バイパス弁240の目標開度が対応付けて記録されている。「目標開度」とは、バイパス弁240の開度の目標値である。バイパス弁目標開度マップは、予め行われる試験により、要求空気流量と閾値との差分 $G$ と、要求空気圧力とに応じて、適切なバイパス弁240の開度を求めることにより得られる。「要求空気圧力」とは、燃料電池100の発電に要求される空気の圧力である。燃料電池100内を流れる空気の圧力は、要求空気圧力となるよう、制御部500が、調圧弁221や、コンプレッサ310に吸入される空気の圧力(吸入空気圧力)とコンプレッサ310から吐出される空気の圧力(吐出空気圧力)との比である圧力比を制御することにより調節される。尚、ステップS140において、制御部500は、バイパス弁目標開度マップを参照するのではなく、予め定められた関数に基づいてバイパス弁240の目標開度を算出してもよい。

40

#### 【0036】

バイパス弁240の目標開度を決定した後、制御部500は、バイパス弁240を目標開度まで開き(図3、ステップS150)、要求空気流量に対応する流量の空気を燃料電池100に流通させるように、モータ320の駆動を制御する。本実施形態では、制御部

50

500は、モータ320の回転数を一定に保ちつつ、第2制御を行う。また、本実施形態では、制御部500は、コンプレッサ310の吸入空気圧力とコンプレッサ310の吐出空気圧力との比である圧力比を一定に保ちつつ、第2制御を行う。

【0037】

図5は、コンプレッサ310の性能特性を示す説明図である。コンプレッサ310の性能特性は、コンプレッサ310の性能試験により得られる。横軸は、コンプレッサ310の吐出空気量を示す。縦軸は、コンプレッサ310の圧力比を示す。等回転ラインは、コンプレッサ310の回転数が同一の場合の動作点を結んだ線である。等効率ラインは、コンプレッサ310の効率が等しい動作点を結んだ線である。作動限界ラインは、旋回失速等によりコンプレッサ310が空気を圧送できなくなる動作点を結んだ線である。

10

【0038】

図5を用いて、第2制御による作用を説明する。コンプレッサ310の回転数（モータ320の回転数）を一定にした状態、かつ、コンプレッサ310の圧力比をほぼ一定にした状態で、バイパス弁240をバイパス弁目標開度マップにより求めた目標開度まで開くと（図3、ステップS150）、コンプレッサ310より下流側の圧力損失が低下するため、コンプレッサ310に吸入される空気の流量が大きくなり、コンプレッサ310の吐出空気量は増加する。コンプレッサ310の吐出空気量が増加することにより、コンプレッサ310の動作点は、要求空気流量に応じた動作点Paから、より効率の高い動作点Pbに移行する。

【0039】

20

コンプレッサ310の吐出空気量の増加に伴い、要求空気流量を超える流量の空気（余剰空気）が発生する。しかし、このとき、バイパス弁240の開度が、要求空気流量に対応する流量の空気を燃料電池100に流通させるとともに、余剰空気をバイパス流路230に流通させる開度に、制御部500により調節されるため、燃料電池100へ供給される空気の流量は変化しない。

【0040】

余剰空気は、燃料電池100内を経由せず、バイパス流路230を介してタービン330に供給される。タービン330に供給される空気の流量は、燃料電池100から排出された空気の流量と、バイパス流路230によりバイパスされた余剰空気の流量との合計になるため、タービン330に供給される空気の流量は増加する。尚、バイパス流路230を介してタービン330に供給される空気は、燃料電池100の発電により酸素を消費されないため、流量を維持したままタービン330に供給される。また、バイパス流路230を流れる余剰空気は、コンプレッサ310により圧縮されて、燃料電池100から排出される空気よりも高温となっているため、空気排出流路220内の燃料電池100の排水は余剰空気により蒸発させられ、タービン330に供給される。このため、モータ320によるコンプレッサ310の駆動を補助するための、タービン330による駆動力が増加する。

30

【0041】

以上で説明した本実施形態の燃料電池システム10によれば、要求空気流量が小さい場合に、コンプレッサ310が供給する空気は、燃料電池100だけでなく、バイパス流路230を通じてコンプレッサ310の駆動を補助するためのタービン330にも直接的に供給される。このため、燃料電池100に供給される空気の流量を低下させることなく、コンプレッサ310を駆動するためのモータ320の消費電力を低減することができ、燃料電池システム10の燃費を向上させることができる。

40

【0042】

また、本実施形態では、前述した第2制御を実行するか否かを判定するための閾値を、燃料電池システム10においてコンプレッサ310の吐出空気量に対するモータ320の消費電力が極小となる流量Gminに基づいて定められた値としている。そのため、要求空気流量が、コンプレッサ310の低効率領域に該当する場合に、コンプレッサ310の吐出空気量を効率の良い領域に強制的に移行させることができる。また、本実施形態では

50

、閾値を、燃料電池システム10においてコンプレッサ310の吐出空気量に対するモータ320の消費電力が極小となる流量 $G_{min}$ の値としているので、第2制御においてコンプレッサ310を駆動するためのモータ320の消費電力を最小限とすることができる。

【0043】

また、本実施形態では、モータ320の回転数を一定に保ちつつ、第2制御を行うので、第2制御時におけるモータ320の消費電力の上昇を抑制できる。

【0044】

また、本実施形態では、コンプレッサ310の圧力比を一定に保ちつつ、第2制御を行う。ここで、コンプレッサ310の吸入空気圧力は、大気圧と同程度であり、急激な変化は生じにくい。そのため、コンプレッサ310の圧力比を一定に保ちつつ、第2制御を行うことにより、第2制御時における燃料電池100内の圧力の低下を抑制することができる。また、燃料電池100内の圧力が低下すると、水の沸点が低下し、燃料電池100の電解質膜は乾燥しやすくなる。電解質膜が乾燥すると、電解質膜のイオン伝導性が低下し、燃料電池100の発電電力は低下する。そのため、第2制御時における燃料電池100内の圧力の低下を抑制することにより、燃料電池100の発電電力が低下することを抑制することができる。

【0045】

尚、図5に示されているように、コンプレッサ310の吐出空気量が少ない状態から、モータ320の回転数を一定に保ちつつ、コンプレッサ310の吐出空気量を一定量以上増加させると、コンプレッサ310の圧力比が徐々に低下していく。この場合、燃料電池100の要求空気圧力に応じたコンプレッサ310の圧力比を保つためには、コンプレッサ310の圧力比の低下に応じて、モータ320の回転数を増加させる必要が生じ、モータ320の消費電力が増加する。しかし、本実施形態では、モータ320の回転数を一定に保つとともに、コンプレッサ310の圧力比が低下しない領域内、すなわち、コンプレッサ310の圧力比が一定の状態第2制御を行うので、モータ320の消費電力を上昇させることなく、コンプレッサ310の吐出空気量を増加させることができる。特に、本実施形態では、低効率領域において、タービン330によってモータ320の回転力を補助できるので、モータ320の回転数を維持したまま、モータ320の消費電力を低下させることができる。尚、本実施形態では、モータ320の回転数とコンプレッサ310の圧力比とを一定に保つこととしたが、モータ320の消費電力が増加しない範囲で、モータ320の回転数とコンプレッサ310の圧力比との内いずれか一方を変動させてもよい。

【0046】

尚、本実施形態では、「予め定められた閾値」は、コンプレッサ310の効率に基づいて定められている。これに対して、「予め定められた閾値」は、コンプレッサ310の吐出空気量に基づいて定められてもよい。例えば、閾値は、コンプレッサ310の吐出空気量を、流量の大きい領域と流量の小さい領域とに区別し、その境界となる値を用いて定められてもよい。この場合であっても、コンプレッサ310が低効率領域にて駆動されることを抑制することができる。

【0047】

B. 第2実施形態

図6は、第2実施形態におけるバイパス判断処理の内容を示すフローチャートである。この処理は、図3に示したバイパス制御処理を実行するか否かを判断するための処理である。この処理は、燃料電池100の発電が開始されたときに開始され、燃料電池100の発電が停止するまで周回し続ける。第2実施形態では、燃料電池システム10の構成は第1実施形態(図1)と同じである。

【0048】

第2実施形態の燃料電池システム10では、制御部500は、まず、現在の時刻 $t_2$ より $t$ 秒前(例えば、1秒前)の時刻 $t_1$ における要求空気流量 $G_1$ を取得し(ステップ

10

20

30

40

50

S 2 1 0)、現在の時刻 t 2 における要求空気流量 G 2 を取得する(ステップ S 2 2 0)。次に、制御部 5 0 0 は、時刻 t 1 における要求空気流量 G 1 と時刻 t 2 における要求空気流量 G 2 とを用いて、単位時間当たりの要求空気流量の増加量を求め(ステップ S 2 3 0)、単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上であるか否かを判定する(ステップ S 2 4 0)。単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた値以上である場合は(ステップ S 2 4 0 : Y E S)、制御部 5 0 0 は、要求空気流量が閾値を下回るか否かにかかわらず、バイパス弁 2 4 0 を閉状態とし(ステップ S 2 5 0)、要求空気流量に対応する流量の空気を燃料電池 1 0 0 に流通させるように、モータ 3 2 0 の駆動を制御する。その後、再びステップ S 2 1 0 に戻る。一方、単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた値以上でない場合は(ステップ S 2 4 0 : N O)、制御部 5 0 0 は、第 1 実施形態と同様に、バイパス制御を実行する(ステップ S 2 6 0)。その後、再びステップ S 2 1 0 から処理を開始する。

10

#### 【 0 0 4 9 】

以上で説明した本実施形態の燃料電池システム 1 0 では、単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上である場合には、要求空気流量が閾値を下回るか否かにかかわらず、バイパス弁 2 4 0 が閉状態とされ、要求空気流量に対応する流量の空気を燃料電池 1 0 0 に流通させるように、モータ 3 2 0 の駆動が制御される。このため、単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上に急増した場合に、増加した要求空気流量に対応する流量の空気の一部が、燃料電池 1 0 0 に供給されることなく、バイパス流路 2 3 0 へと流れることを防止できる。この結果、要求空気流量の急増時に、燃料電池 1 0 0 に対して空気の供給が遅れることを抑制できる。燃料電池車両においては、アクセルが踏み込まれ、燃料電池車両の消費電力の増加に応じて燃料電池 1 0 0 の要求空気流量が増加してから、増加した要求空気流量に対応する流量の空気が、実際に燃料電池 1 0 0 に供給されるまでの時間が遅れることを抑制できる。このため、加速要求に対するレスポンスが遅れることによるドライバビリティの低下を抑制することができる。

20

#### 【 0 0 5 0 】

#### C . 第 3 実施形態

図 7 は、第 3 実施形態における燃料電池システム 1 0 c の概略を示す説明図である。第 3 実施形態の燃料電池システム 1 0 c では、燃料電池システム 1 0 c が、蓄圧タンク 4 1 0 と、タンク圧力センサ 4 1 1 と、第 1 タンク弁 4 2 0 と、第 2 タンク弁 4 3 0 とを備えていることが第 1 実施形態(図 1)と異なる。また、第 3 実施形態では、バイパス制御を実行するための条件が第 1 実施形態(図 3)と異なる。

30

#### 【 0 0 5 1 】

蓄圧タンク 4 1 0 は、バイパス流路 2 3 0 におけるバイパス弁 2 4 0 の下流側に接続されている。蓄圧タンク 4 1 0 は、バイパス流路 2 3 0 を流れる空気を貯留するためのタンクである。

#### 【 0 0 5 2 】

タンク圧力センサ 4 1 1 は、蓄圧タンク 4 1 0 内に貯留された空気の圧力を取得するための圧力センサである。

40

#### 【 0 0 5 3 】

第 1 タンク弁 4 2 0 は、蓄圧タンク 4 1 0 とバイパス流路 2 3 0 との接続部に配置されている。第 1 タンク弁 4 2 0 は、蓄圧タンク 4 1 0 とバイパス流路 2 3 0 との接続を開閉するための弁である。

#### 【 0 0 5 4 】

第 2 タンク弁 4 3 0 は、バイパス流路 2 3 0 における蓄圧タンク 4 1 0 の下流側に配置されている。第 2 タンク弁 4 3 0 は、バイパス流路 2 3 0 の開閉をするための弁である。

#### 【 0 0 5 5 】

図 8 は、第 3 実施形態におけるバイパス判断処理の内容を示すフローチャートである。この処理は、燃料電池 1 0 0 の発電が開始されたときに開始され、燃料電池 1 0 0 の発電

50

が停止するまで周回し続ける。第3実施形態における要求空気流量増加時のバイパス制御の処理の内容は、図6に示した第2実施形態における要求空気流量増加時のバイパス制御の処理と一部が同じである。そのため、図8において、図6と同じ処理内容については、図6と同じステップ番号を用いている。

【0056】

第3実施形態の燃料電池システム10cでは、制御部500は、まず、現在の時刻t2よりt秒前（例えば、1秒前）の時刻t1における要求空気流量G1を取得し（ステップS210）、現在の時刻t2における要求空気流量G2を取得する（ステップS220）。次に、制御部500は、時刻t1における要求空気流量G1と時刻t2における要求空気流量G2とを用いて、単位時間当たりの要求空気流量の増加量を求め（ステップS230）、単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた増加量以上であるか否かを判定する（ステップS240）。

10

【0057】

単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた値以上である場合は（ステップS240：YES）、制御部500は、タンク内圧力がタンク目標圧力以上であるか否かを判定する（ステップS310）。「タンク内圧力」とは、タンク圧力センサ411により取得される圧力であり、実際に蓄圧タンク410内に貯留されている空気の圧力である。「タンク目標圧力」とは、蓄圧タンク410内に貯留する空気の圧力の目標値である。タンク目標圧力は、蓄圧タンク410内に貯留された空気をタービン330に供給することにより、モータ320の消費電力を低減するのに適した圧力として予め定めることができる。タンク内圧力がタンク目標圧力以上である場合は（ステップS310：YES）、バイパス弁240を閉状態とし、第1タンク弁420と、第2タンク弁430とを開状態とする（ステップS320）。このため、タンク内圧力がタンク目標圧力以上である場合は、蓄圧タンク410内に貯留された空気が、バイパス流路230から空気供給流路210へと逆流することを防止しつつ、蓄圧タンク410内に貯留された高圧の空気をタービン330へ供給することができる。ステップS320の後、この処理は、再度、ステップS210に戻る。一方、タンク内圧力がタンク目標圧力以上でない場合は（ステップS310：NO）、制御部500は、バイパス弁240と、第1タンク弁420と、第2タンク弁430とを閉状態とする（ステップS330）。このため、タンク内圧力がタンク目標圧力に達しておらず、要求空気流量に対するモータ320の消費電力の低減効果が小さい場合は、蓄圧タンク410内に貯留された空気は開放されない。尚、ステップS330において、第1タンク弁420と、第2タンク弁430との内、いずれか一方が開状態であってもよい。ステップS330の後、この処理は、再度、ステップS210に戻る。

20

30

【0058】

上記ステップS240において、単位時間当たりの要求空気流量の増加量が、予め定められた値以上でない場合は（ステップS240：NO）、制御部500は、第1実施形態と同様に、バイパス制御を実行し、要求空気流量が、予め定められた閾値を下回るか否かを判定する（ステップS110）。要求空気流量が、予め定められた閾値を下回らない場合（ステップS110：NO）、制御部500は、第1制御を実行し、バイパス弁240を閉状態とする（図3、ステップS120）。その後、制御部500は、前述のステップS310に処理を移行させる。一方、要求空気流量が、予め定められた閾値を下回る場合（ステップS110：YES）、制御部500は、第2制御を実行する（図3、ステップS130～S150）。その後、制御部500は、タンク内圧力が要求空気圧力またはタンク目標圧力以上であるか否かの判定を行う（ステップS340）。タンク内圧力が要求空気圧力またはタンク目標圧力以上である場合（ステップS340：YES）、制御部500は、バイパス弁240と、第2タンク弁430とを開状態とし、第1タンク弁420を閉状態とする（ステップS350）。このため、蓄圧タンク410内に貯留された空気が、バイパス流路230から空気供給流路210へと逆流することを防止しつつ、コンプレッサ310から吐出された空気を、バイパス流路230を介して、空気供給流路210

40

50

から空気排出流路 220 へとバイパスさせることができる。一方、タンク内圧力が要求空気圧力またはタンク目標圧力以上でない場合は（ステップ S340：NO）、制御部 500 は、バイパス弁 240 と、第 1 タンク弁 420 と、第 2 タンク弁 430 とを開状態とする（ステップ S360）。このため、バイパス流路 230 を介して、空気供給流路 210 から空気排出流路 220 へと空気をバイパスさせつつ、バイパスさせる空気の一部を蓄圧タンク 410 内に貯留することができる。

#### 【0059】

以上で説明した本実施形態の燃料電池システム 10c では、第 2 制御時に、バイパス流路 230 を流れる余剰空気の一部を、蓄圧タンク 410 内に貯留することができる。また、バイパス弁 240 が閉状態にされた場合にも、第 2 制御時に蓄圧タンク 410 内に貯留しておいた空気を、タービン 330 に供給することができる。このため、バイパス弁 240 が閉状態にされている場合にも、モータ 320 によるコンプレッサ 310 の駆動を補助するためのタービン 330 による駆動力を増加させることができる。燃料電池車両においては、第 2 実施形態と同様に、アクセルが踏み込まれた際に、増加した要求空気流量に対応する流量の空気が、実際に燃料電池 100 に供給されるまでの時間が遅れることを抑制できる。さらに、低効率領域以外での運転時（例えば、高速道路での定常走行時）や、加速要求があった場合に、バイパス弁 240 が閉状態にされていても、タービン 330 による駆動力を増加させることができる。このため、加速要求に対するレスポンスが遅れることによるドライバビリティの低下を抑制することができるとともに、燃料電池車両の加速性能を向上させることができる。

#### 【0060】

尚、本実施形態での燃料電池システム 10c では、第 1 タンク弁 420 と第 2 タンク弁 430 とを備えているが、これらは、必須の構成要素ではない。第 1 タンク弁 420 と第 2 タンク弁 430 とが備えられていなくても、第 2 制御時には、蓄圧タンク 410 内に空気を貯留することができるので、バイパス弁 240 が閉じられた際に、蓄圧タンク 410 内に貯留された空気をタービン 330 に供給することが可能である。したがって、このような態様であっても、バイパス弁 240 が閉状態にされていても、タービン 330 による駆動力を増加させることができる。

#### 【0061】

##### D．他の実施形態 1

図 9 は、他の実施形態 1 における燃料電池システム 10d の概略を示す説明図である。図 1 に示した燃料電池システム 10 において、調圧弁 221 は、空気排出流路 220 における燃料電池 100 の下流側であってバイパス流路 230 と空気排出流路 220 との接続部の上流側に配置されている。これに対して、本実施形態では、図 9 に示すように、調圧弁 221 は、空気排出流路 220 におけるタービン 330 の上流側であってバイパス流路 230 と空気排出流路 220 との接続部の下流側に配置されている。これにより、調圧弁 221 より上流側の圧力の急激な変動を抑制することができる。このため、バイパス弁 240 の開閉に伴って、燃料電池 100 内の圧力が急激に低下することを抑制できる。

#### 【0062】

##### E．他の実施形態 2

図 10 は、他の実施形態 2 における燃料電池システム 10e の概略を示す説明図である。図 9 に示した燃料電池システム 10d において、調圧弁 221 と、タービンハウジング 332 とは、それぞれが別個に設けられている。これに対して、本実施形態では、図 10 に示すように、調圧弁 221e とタービンハウジング 332e とは、一体化されている。より具体的には、調圧弁 221e の弁箱は、タービンハウジング 332e と一体に形成され、調圧弁 221e の弁体は、タービン 330e におけるタービンホイール 331 の上流側に配置されている。例えば、本実施形態のタービン 330e は、タービン 330e の空気吸入口と調圧弁 221e とが一体に形成されている可変ノズルターボによって構成されてもよい。これにより、調圧弁 221e の開度を調節することにより、タービンホイール 331 に吹き付けられる空気の流速を変化させることができる。このため、燃料電池シス

10

20

30

40

50

テム10eの構成を簡素化することができるとともに、モータ320によるコンプレッサ310の駆動を補助するための、タービン330eによる駆動力を増加させることができる。

#### 【0063】

##### F．他の実施形態3

図11は、他の実施形態3におけるタービン330fを示す断面模式図である。図1に示した燃料電池システム10において、バイパス流路230は、空気排出流路220に接続されている。これに対して、本実施形態では、図11に示すように、バイパス流路230は、タービン330fのタービンハウジング332f内に直接接続されており、バイパス弁240fの弁箱は、タービンハウジング332fと一体に形成され、バイパス弁240fの弁体は、タービン330fにおけるタービンホイール331の上流側に配置されている。これにより、燃料電池システム10の構成を簡素化することができる。

10

#### 【0064】

##### G．他の実施形態4

図12は、他の実施形態4におけるタービン330gを示す断面模式図である。図11に示したタービン330fでは、バイパス流路230は、タービン330fのタービンハウジング332f内に直接接続されている。これに対して、本実施形態では、図12に示すように、バイパス流路230は、タービン330gのタービンハウジング332g内に直接接続されており、かつ、バイパス流路230からタービンハウジング332g内へと流入する空気がタービン330gのタービンホイール331の回転を促進する方向に流れるように、バイパス流路230のタービンハウジング332g内における開口部231が方向付けられている。これにより、バイパス流路230からタービンハウジング332g内に流入する空気が、タービンホイール331の回転を阻害せず、タービンホイール331の回転を促進する。このため、燃料電池システム10の構成を簡素化することができるとともに、モータ320によるコンプレッサ310の駆動を補助するための、タービン330gによる駆動力を増加させることができる。

20

#### 【0065】

##### H．他の実施形態5

図7に示した燃料電池システム10cにおいて、蓄圧タンク410とバイパス流路230との接続部には、第1タンク弁420が配置されており、第1タンク弁420が、蓄圧タンク410の空気の入口と出口とを兼ねている。これに対して、蓄圧タンク410とバイパス流路230との接続部に、蓄圧タンク410の空気の入口と出口とを別個に設け、入口側と出口側とのそれぞれに、蓄圧タンク410とバイパス流路230との接続を開閉するための弁を配置してもよい。この場合、蓄圧タンクに空気を貯留する際には(図8、ステップS360)、入口側の弁は開状態とされ、出口側の弁は閉状態とされる。また、蓄圧タンクに貯留された空気を開放する際には(図8、ステップS320)、入口側の弁は閉状態とされ、出口側の弁は開状態とされる。この形態の燃料電池システム10であっても、第3実施形態と同様の効果を奏することができる。

30

#### 【0066】

##### I．他の実施形態6

図1に示した燃料電池システム10において、空気供給流路210における燃料電池100の上流側であってバイパス流路230と空気供給流路210との接続部の下流側に、空気供給流路210を流れる空気を冷却するためのインタークーラが配置されてもよい。これにより、燃料電池100に供給される空気の温度を低下させることができ、燃料電池100の電解質膜の乾燥を抑制することができるとともに、燃料電池100に供給される空気の密度を増加させることができる。

40

#### 【0067】

本発明は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するた

50

めに、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

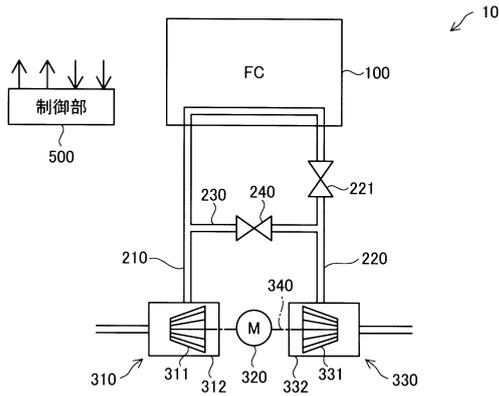
【符号の説明】

【0068】

- 10, 10c, 10d, 10e ... 燃料電池システム
- 100 ... 燃料電池
- 210 ... 空気供給流路
- 220 ... 空気排出流路
- 221, 221e ... 調圧弁 10
- 230 ... バイパス流路
- 231 ... 開口部
- 240, 240f, 240g ... バイパス弁
- 310 ... コンプレッサ
- 311 ... コンプレッサホイール
- 312 ... コンプレッサハウジング
- 320 ... モータ
- 330, 330e, 330f, 330g ... タービン
- 331 ... タービンホイール
- 332, 332e, 332f, 332g ... タービンハウジング 20
- 340 ... 回転軸
- 410 ... 蓄圧タンク
- 411 ... タンク圧力センサ
- 420 ... 第1タンク弁
- 430 ... 第2タンク弁
- 500 ... 制御部

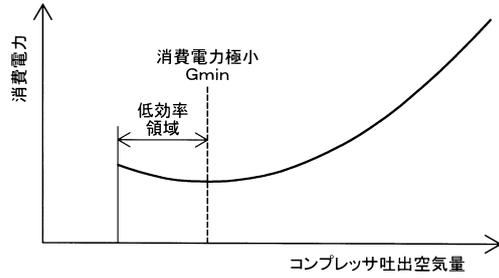
【図1】

Fig.1



【図2】

Fig.2



【図4】

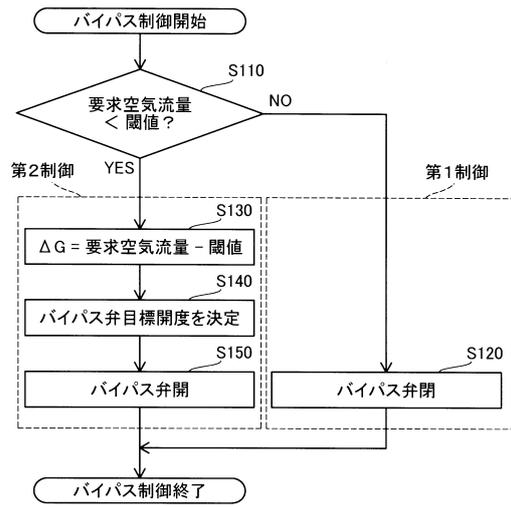
Fig.4

バイパス弁目標開度マップ

要求空気圧力	$\Delta G$	バイパス弁目標開度
X1	Y1	Z11
X1	Y2	Z12
X1	Y3	Z13
X2	Y1	Z21
	⋮	

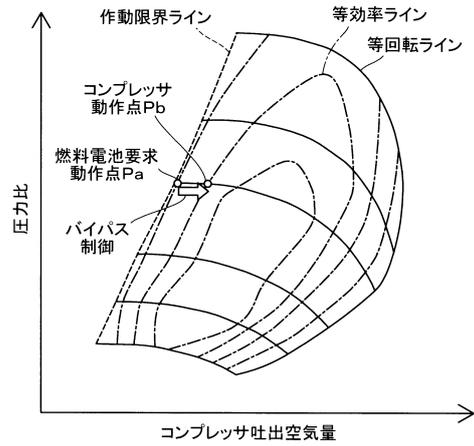
【図3】

Fig.3



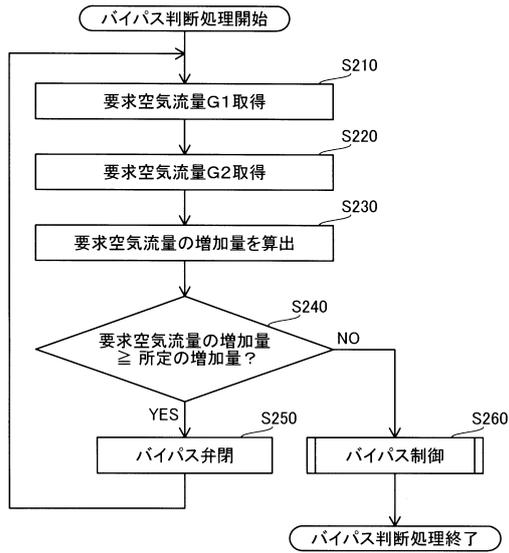
【図5】

Fig.5



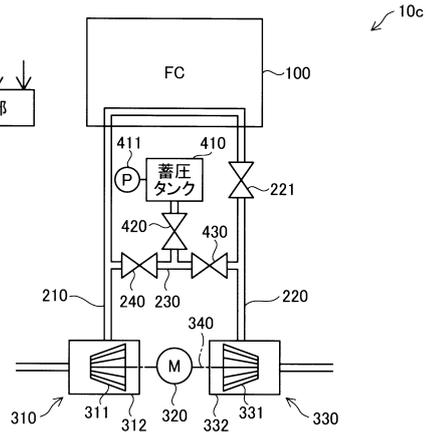
【図6】

Fig.6



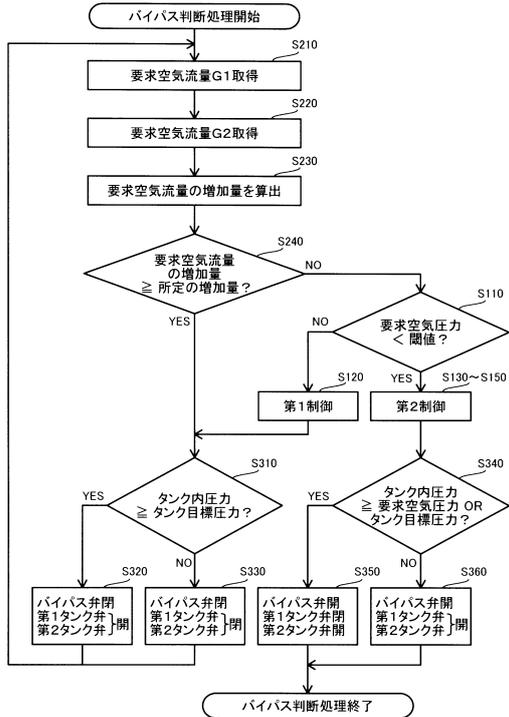
【図7】

Fig.7



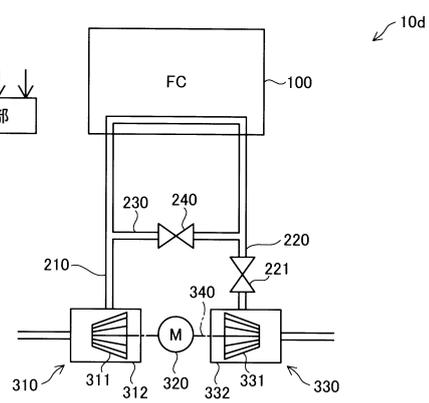
【図8】

Fig.8



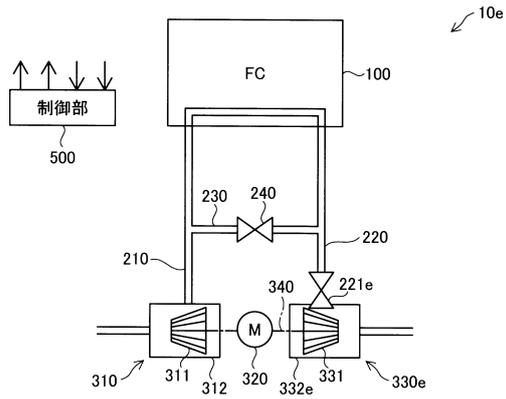
【図9】

Fig.9



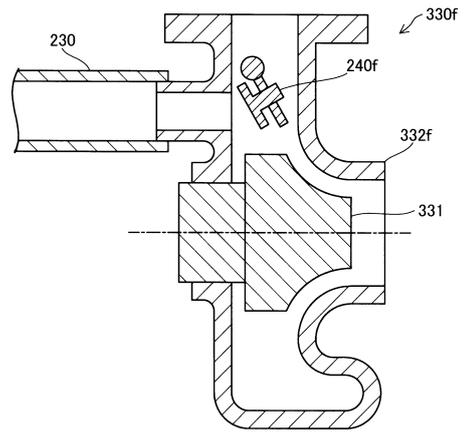
【図10】

Fig.10



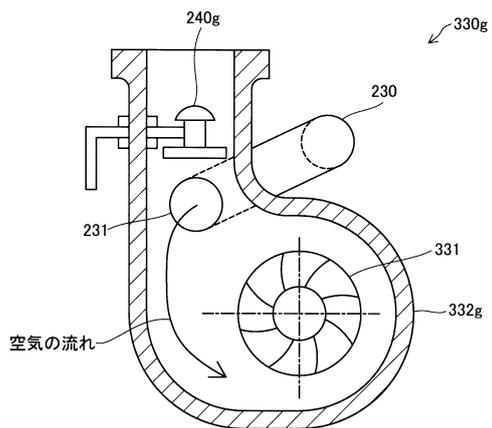
【図11】

Fig.11



【図12】

Fig.12



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2017/163499(WO, A1)  
特開2007-077906(JP, A)  
特表2012-504301(JP, A)  
特開昭60-160574(JP, A)  
特表2016-529674(JP, A)  
特開2016-160787(JP, A)  
国際公開第2008/049444(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/00 - 8/2495