

(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2019-220364
(P2019-220364A)

(43) 公開日 令和1年12月26日(2019. 12. 26)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04 (2016. 01)	HO 1 M 8/04 Z	5 H 1 2 6
HO 1 M 8/12 (2016. 01)	HO 1 M 8/12 1 O 1	5 H 1 2 7
HO 1 M 8/249 (2016. 01)	HO 1 M 8/249	
HO 1 M 8/04007 (2016. 01)	HO 1 M 8/04007	
HO 1 M 8/04014 (2016. 01)	HO 1 M 8/04014	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-117516 (P2018-117516)	(71) 出願人	000005326 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
(22) 出願日	平成30年6月21日 (2018. 6. 21)	(74) 代理人	100077665 弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676 弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100191134 弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100136548 弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641 弁理士 坂井 志郎
		(74) 代理人	100180448 弁理士 関口 亨祐

最終頁に続く

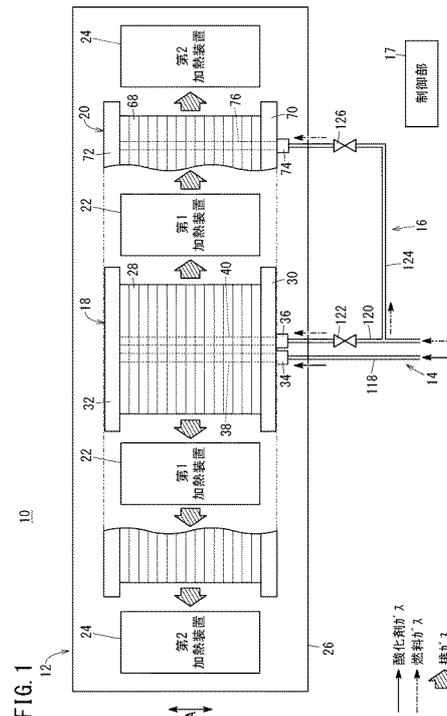
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 起動時間を効率的に短縮することができる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池システム10は、第1燃料電池スタック18と、第1燃料電池スタック18に対して離間した状態で第1燃料電池スタック18の外周を覆うように配置された第2燃料電池スタック20と、を備える。第1燃料電池スタック18および第2燃料電池スタック20のそれぞれは、固体酸化物形燃料電池を有する。第1燃料電池スタック18は、第1空間S1に向けて排ガスを排出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 燃料電池スタックと、

前記第 1 燃料電池スタックに対して離間した状態で前記第 1 燃料電池スタックの外周を覆うように配置された第 2 燃料電池スタックと、を備え、

前記第 1 燃料電池スタックおよび前記第 2 燃料電池スタックのそれぞれは、固体酸化物形燃料電池を有する、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、

前記第 1 燃料電池スタックは、前記第 1 燃料電池スタックと前記第 2 燃料電池スタックとの間の空間に向けて排ガスを排出する、燃料電池システム。

10

【請求項 3】

請求項 2 記載の燃料電池システムであって、

前記第 2 燃料電池スタックは、前記第 1 燃料電池スタックから排出された排ガスをを用いて発電する、燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムであって、

前記第 1 燃料電池スタックと前記第 2 燃料電池スタックとの間の空間には、前記第 1 燃料電池スタックを加熱する加熱装置が配置されている、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、

前記加熱装置は、前記排ガスをを用いて燃焼する燃焼器を有する、燃料電池システム。

20

【請求項 6】

請求項 5 記載の燃料電池システムであって、

前記燃焼器は、前記第 1 燃料電池スタックの周方向に互いに離間して配設された複数の燃焼部を含む、燃料電池システム。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムであって、

前記第 2 燃料電池スタックは、環状に構成されている、燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムであって、

前記第 1 燃料電池スタックを前記第 2 燃料電池スタックよりも先に起動するように制御する制御部を備える、燃料電池システム。

30

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムであって、

前記第 1 燃料電池スタックと前記第 2 燃料電池スタックに燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、

前記第 1 燃料電池スタックに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、を備え、

前記第 2 燃料電池スタックは、前記第 1 燃料電池スタックから排出された酸化剤ガスを含む排ガスと前記燃料ガス供給装置から供給された燃料ガスとを用いて発電する、燃料電池システム。

40

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムであって、

前記第 2 燃料電池スタックの外周側には、前記第 2 燃料電池スタックを加熱する外側加熱装置が配設されている、燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、固体酸化物形燃料電池を備えた燃料電池システムに関する。

【背景技術】

50

【0002】

一般的に、固体酸化物形燃料電池は、運転温度が比較的高温であるため、起動時間が比較的に長くなる。このような固体酸化物形燃料電池の起動時間を短縮するために、特許文献1には、複数の固体酸化物形燃料電池が積層された燃料電池スタックを昇温するためのスタック用加熱器を備えた燃料電池システムが開示されている。スタック用加熱器は、燃料電池スタックの積層方向の一端のエンドプレートに固定されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-207510号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

固体酸化物形燃料電池では、その動作温度を高温に保持する必要があるため、部分負荷（比較的小さな負荷）で運転する際に燃料利用率が低下して発電効率が低下し易くなる。

【0005】

本発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、起動時間を効率的に短縮することができるとともに部分負荷で運転する際に発電効率の低下を抑えることができる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】

20

【0006】

本発明の一態様は、第1燃料電池スタックと、前記第1燃料電池スタックに対して離間した状態で前記第1燃料電池スタックの外周を覆うように配置された第2燃料電池スタックと、を備え、前記第1燃料電池スタックおよび前記第2燃料電池スタックのそれぞれは、固体酸化物形燃料電池を有する、燃料電池システムである。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、燃料電池システムの起動時に第1燃料電池スタックのみを先に起動することができるため、燃料電池スタックの全体（第1燃料電池スタックと第2燃料電池スタックの両方）を起動する場合と比較して熱容量を小さくすることができる。また、第1燃料電池スタックを起動する際に第1燃料電池スタックの放熱を第2燃料電池スタックの昇温に利用することができる。したがって、燃料電池システムの起動時間を効率的に短縮することができる。さらに、部分負荷で運転する際に第1燃料電池スタックおよび第2燃料電池スタックのいずれかのみを運転させることができるため、燃料利用率の低下を抑えることができる。よって、部分負荷で運転する際に発電効率の低下を抑えることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る燃料電池システムの模式的構成図である。

【図2】システム本体の横断面図である。

40

【図3】第1燃料電池スタックの一部省略縦断面図である。

【図4】第2燃料電池スタックの一部省略縦断面図である。

【図5】図5Aは変形例に係る第1燃料電池スタックの模式図であり、図5Bは他の変形例に係る第1燃料電池スタックの模式図であり、図5Cは変形例に係る第2燃料電池スタックの模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明に係る燃料電池システムについて好適な実施形態を挙げ、添付の図面を参照しながら説明する。

【0010】

50

本発明の一実施形態に係る燃料電池システム 10 は、定置用の他、車載用などの種々の用途に用いられる。また、燃料電池システム 10 は、いわゆるポータブル発電機として用いることもできる。

【0011】

図 1 に示すように、燃料電池システム 10 は、システム本体 12 と、システム本体 12 に酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス供給装置 14 と、システム本体 12 に燃料ガスを供給するための燃料ガス供給装置 16 と、制御部 17 とを備える。

【0012】

図 1 および図 2 に示すように、燃料電池システム 10 は、第 1 燃料電池スタック 18、第 2 燃料電池スタック 20、第 1 加熱装置 22 (加熱装置)、第 2 加熱装置 24 (外側加熱装置) およびケーシング 26 を有する。第 1 燃料電池スタック 18 は、互いに積層された複数の第 1 単位セル 28 と、複数の第 1 単位セル 28 の積層方向 (図 1 の矢印 A 方向) 両端に配設された一組の第 1 エンドプレート 30、32 とを含む。

10

【0013】

第 1 単位セル 28 は、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電する固体酸化物形燃料電池 (SOFC: Solid Oxide Fuel Cell) として構成されている。第 1 燃料電池スタック 18 は、複数の第 1 単位セル 28 の積層方向からの平面視で円形状に形成されている (図 2 参照)。ただし、第 1 燃料電池スタック 18 は、複数の第 1 単位セル 28 の積層方向からの平面視で多角形状、楕円形状、半円形状などの種々の形状に形成することができる。

20

【0014】

図 1 において、一組の第 1 エンドプレート 30、32 には、複数の第 1 単位セル 28 に積層方向の締め付け力を付与するための図示しない連結部材が設けられている。片方の第 1 エンドプレート 30 には、酸化剤ガス入口部 34 および第 1 燃料ガス入口部 36 が設けられている。

【0015】

第 1 燃料電池スタック 18 には、酸化剤ガス供給連通孔 38 と第 1 燃料ガス供給連通孔 40 とが形成されている。酸化剤ガス供給連通孔 38 は、各第 1 単位セル 28 を貫通するように複数の第 1 単位セル 28 の積層方向に延在している。酸化剤ガス供給連通孔 38 は、酸化剤ガス入口部 34 に連通するように片方の第 1 エンドプレート 30 を貫通している。第 1 燃料ガス供給連通孔 40 は、各第 1 単位セル 28 を貫通するように複数の第 1 単位セル 28 の積層方向に延在している。第 1 燃料ガス供給連通孔 40 は、第 1 燃料ガス入口部 36 に連通するように片方の第 1 エンドプレート 30 を貫通している。

30

【0016】

図 3 に示すように、第 1 単位セル 28 は、第 1 電解質・電極構造体 42 と、第 1 電解質・電極構造体 42 を挟持する第 1 カソードセパレータ 44 および第 1 アノードセパレータ 46 とを有する。第 1 カソードセパレータ 44 と第 1 アノードセパレータ 46 とは、表裏一体のバイポーラセパレータとして構成してもよい。第 1 電解質・電極構造体 42 は、板状の第 1 電解質 48 と、第 1 電解質 48 の一方の面に配設された第 1 カソード電極 50 と、第 1 電解質 48 の他方の面に配設された第 1 アノード電極 52 とを含む。第 1 電解質 48 は、例えば、安定化ジルコニアなどの酸化物イオン導電体で構成されている。

40

【0017】

第 1 電解質・電極構造体 42 の外周縁部には、酸化剤ガスおよび燃料ガスの進入や排出を阻止するための図示しないバリアー層が形成されている。第 1 電解質・電極構造体 42 のうち酸化剤ガス供給連通孔 38 と第 1 燃料ガス供給連通孔 40 を構成する部分には、酸化剤ガスおよび燃料ガスの進入や排出を阻止するための図示しないバリアー層が形成されている。

【0018】

第 1 カソードセパレータ 44 および第 1 アノードセパレータ 46 は、例えば、鋼板、ステンレス鋼板、アルミニウム鋼板、めっき処理鋼板、あるいはその金属表面に防食用の表

50

面処理を施した金属薄板で構成される。第1カソードセパレータ44と第1アノードセパレータ46とは、ろう付け、拡散接合またはレーザー溶接などにより互いに接合されている。

【0019】

第1カソードセパレータ44は、第1電解質・電極構造体42と略同一寸法に設定されている。第1カソードセパレータ44のうち第1カソード電極50に対向する面には、第1カソード電極50に向かって突出した複数の第1突起56が互いに隙間を空けて設けられている。換言すれば、第1カソードセパレータ44のうち第1カソード電極50に対向する面には、複数の第1突起56の隙間によって第1酸化剤ガス流路58が形成されている。

10

【0020】

第1酸化剤ガス流路58は、酸化剤ガス供給連通孔38に連通している。第1カソードセパレータ44は、第1酸化剤ガス流路58と第1燃料ガス供給連通孔40とが互いに連通しないように構成されている。第1カソードセパレータ44の外周縁部には、第1燃料電池スタック18の外周側の空間(第1空間S1)に連通する第1酸化剤ガス排出孔60が形成されている。第1酸化剤ガス排出孔60は、第1単位セル28の発電で消費されなかった余剰の酸化剤ガスを排ガスとして第1酸化剤ガス流路58から第1空間S1に排出する。

【0021】

第1アノードセパレータ46は、第1電解質・電極構造体42と略同一寸法(第1カソードセパレータ44と略同一寸法)に設定されている。第1アノードセパレータ46のうち第1アノード電極52に対向する面には、第1アノード電極52に向かって突出した複数の第2突起62が互いに隙間を空けて設けられている。換言すれば、第1アノードセパレータ46のうち第1アノード電極52に対向する面には、複数の第2突起62の隙間によって第1燃料ガス流路64が形成されている。

20

【0022】

第1燃料ガス流路64は、第1燃料ガス供給連通孔40に連通している。第1アノードセパレータ46は、第1燃料ガス流路64と酸化剤ガス供給連通孔38とが互いに連通しないように構成されている。第1アノードセパレータ46の外周縁部には、第1燃料ガス流路64と第1空間S1とを互いに連通する第1燃料ガス排出孔66が形成されている。第1燃料ガス排出孔66は、第1単位セル28の発電に消費されなかった余剰の燃料ガスを排ガスとして第1燃料ガス流路64から第1空間S1に排出する。つまり、第1燃料電池スタック18は、酸化剤ガスおよび燃料ガスを含む排ガスを第1空間S1に向けて排出する。

30

【0023】

図1および図2に示すように、第2燃料電池スタック20は、第1燃料電池スタック18に対して離間した状態で第1燃料電池スタック18の外周を覆うように配置されている。すなわち、第2燃料電池スタック20は、円環状に形成されている。ただし、第2燃料電池スタック20は、円環状に形成された例に限定されず、多角環状に形成されていてもよい。換言すれば、第2燃料電池スタック20は、内側スタックとしての第1燃料電池スタック18の外周側に隙間を空けて配置された外側スタックとして構成されている。

40

【0024】

第2燃料電池スタック20は、互いに積層された複数の第2単位セル68と、複数の第2単位セル68の積層方向(図1の矢印A方向)両端に配設された一組の第2エンドプレート70、72とを含む。複数の第2単位セル68の積層方向は、複数の第1単位セル28の積層方向と同一である。第2単位セル68は、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電する固体酸化物形燃料電池として構成されている。第2燃料電池スタック20は、第1燃料電池スタック18から第1空間S1に排出された排ガス中の酸化剤ガスをを用いて発電する。

【0025】

50

一組の円環状の第2エンドプレート70、72には、複数の第2単位セル68に積層方向の締め付け力を付与するための図示しない連結部材が設けられている。片方の第2エンドプレート70には、第2燃料ガス入口部74が設けられている。

【0026】

第2燃料電池スタック20には、第2燃料ガス供給連通孔76が形成されている。第2燃料ガス供給連通孔76は、各第2単位セル68を貫通するように複数の第2単位セル68の積層方向に延在している。第2燃料ガス供給連通孔76は、第2燃料ガス入口部74に連通するように片方の第2エンドプレート70を貫通している。

【0027】

図4に示すように、第2単位セル68は、第2電解質・電極構造体78と、第2電解質・電極構造体78を挟持する第2カソードセパレータ80および第2アノードセパレータ82とを有する。第2カソードセパレータ80と第2アノードセパレータ82とは、表裏一体のバイポーラセパレータとして構成してもよい。第2電解質・電極構造体78は、板状の第2電解質84と、第2電解質84の一方の面に配設された第2カソード電極86と、第2電解質84の他方の面に配設された第2アノード電極88とを含む。

10

【0028】

第2電解質84は、第1電解質48と同様に構成されている。第2電解質・電極構造体78の外周縁部および内周縁部には、酸化剤ガスおよび燃料ガスの進入や排出を阻止するための図示しないバリアー層が形成されている。第2電解質・電極構造体78のうち第2燃料ガス供給連通孔76を構成する部分には、酸化剤ガスおよび燃料ガスの進入や排出を阻止するための図示しないバリアー層が形成されている。

20

【0029】

第2カソードセパレータ80および第2アノードセパレータ82は、例えば、鋼板、ステンレス鋼板、アルミニウム鋼板、めっき処理鋼板、あるいはその金属表面に防食用の表面処理を施した金属薄板で構成される。第2カソードセパレータ80と第2アノードセパレータ82とは、ろう付け、拡散接合またはレーザー溶接などにより互いに接合されている。

【0030】

第2カソードセパレータ80は、第2電解質・電極構造体78と略同一寸法に設定されている。第2カソードセパレータ80のうち第2カソード電極86に対向する面には、第2カソード電極86に向かって突出した複数の第3突起92が互いに隙間を空けて設けられている。換言すれば、第2カソードセパレータ80のうち第2カソード電極86に対向する面には、複数の第3突起92の隙間によって第2酸化剤ガス流路94が形成されている。

30

【0031】

第2カソードセパレータ80の内周縁部には、第1空間S1と酸化剤ガス流路とを互いに連通する酸化剤ガス流入孔96が形成されている。酸化剤ガス流入孔96は、第1空間S1に存在する排ガス(酸化剤ガス)を第2酸化剤ガス流路94に導く。第2カソードセパレータ80の外周縁部には、第2燃料電池スタック20の外周側の空間(第2空間S2)に連通する第2酸化剤ガス排出孔98が形成されている。

40

【0032】

第2酸化剤ガス排出孔98は、第2単位セル68の発電に消費されなかった余剰の酸化剤ガスを排ガスとして第2空間S2に排出する。なお、第2カソードセパレータ80は、第2酸化剤ガス流路94と第2燃料ガス供給連通孔76とが互いに連通しないように構成されている。

【0033】

第2アノードセパレータ82は、第2電解質・電極構造体78と略同一寸法(第2カソードセパレータ80と略同一寸法)に設定されている。第2アノードセパレータ82のうち第2アノード電極88に対向する面には、第2アノード電極88に向かって突出した複数の第4突起100が互いに隙間を空けて設けられている。換言すれば、第2アノードセ

50

パレータ 8 2 のうち第 2 アノード電極 8 8 に対向する面には、複数の第 4 突起 1 0 0 の隙間によって第 2 燃料ガス流路 1 0 2 が形成されている。

【 0 0 3 4 】

第 2 燃料ガス流路 1 0 2 は、第 2 燃料ガス供給連通孔 7 6 に連通している。第 2 アノードセパレータ 8 2 は、第 2 燃料ガス流路 1 0 2 と第 1 空間 S 1 とが互いに連通しないように構成されている。

【 0 0 3 5 】

第 2 アノードセパレータ 8 2 の外周縁部には、第 2 燃料ガス流路 1 0 2 と第 2 空間 S 2 とを互いに連通する第 2 燃料ガス排出孔 1 0 4 が形成されている。第 2 燃料ガス排出孔 1 0 4 は、第 2 単位セル 6 8 の発電に消費されなかった余剰の燃料ガスを排ガスとして第 2 燃料ガス流路 1 0 2 から第 2 空間 S 2 に排出する。つまり、第 2 燃料電池スタック 2 0 は、酸化剤ガスおよび燃料ガスを含む排ガスを第 2 空間 S 2 に向けて排出する。

10

【 0 0 3 6 】

図 1 および図 2 において、第 1 加熱装置 2 2 は、第 1 燃料電池スタック 1 8 と第 2 燃料電池スタック 2 0 との間の空間である第 1 空間 S 1 に配置されて第 1 燃料電池スタック 1 8 および第 2 燃料電池スタック 2 0 を加熱する。第 1 加熱装置 2 2 は、第 1 燃料電池スタック 1 8 から第 1 空間 S 1 に向けて排出された排ガス（酸化剤ガスおよび燃料ガス）を用いて燃料する燃焼バーナとしての第 1 燃焼器 1 0 6 を有する。第 1 燃焼器 1 0 6 は、円環状の第 1 バーナ本体 1 0 8 と、第 1 バーナ本体 1 0 8 に周方向に等間隔に設けられた第 1 燃焼部 1 1 0 とを含む。第 1 バーナ本体 1 0 8 は、第 1 エンドプレート 3 0 を周回するようにケーシング 2 6 に固定されている。

20

【 0 0 3 7 】

第 2 加熱装置 2 4 は、第 2 燃料電池スタック 2 0 とケーシング 2 6 の側壁との間の空間である第 2 空間 S 2 に配置されて第 2 燃料電池スタック 2 0 を加熱する。第 2 加熱装置 2 4 は、第 2 燃料電池スタック 2 0 から第 2 空間 S 2 に向けて排出された排ガス（酸化剤ガスおよび燃料ガス）を用いて燃焼する燃焼バーナとしての第 2 燃焼器 1 1 2 を有する。第 2 燃焼器 1 1 2 は、円環状の第 2 バーナ本体 1 1 4 と、第 2 バーナ本体 1 1 4 に周方向に等間隔に設けられた第 2 燃焼部 1 1 6 とを含む。第 2 バーナ本体 1 1 4 は、第 2 エンドプレート 7 0 を周回するようにケーシング 2 6 に固定されている。

【 0 0 3 8 】

第 1 加熱装置 2 2 および第 2 加熱装置 2 4 は、燃焼バーナとして構成されていなくてもよい。具体的には、第 1 加熱装置 2 2 および第 2 加熱装置 2 4 は、電熱ヒータ、誘導加熱コイルを有していてもよい。第 1 加熱装置 2 2 としての電熱ヒータおよび誘導加熱コイルは、例えば、第 1 燃料電池スタック 1 8 の積層方向の全長に亘って第 1 燃料電池スタック 1 8 を周回するように螺旋状に第 1 空間 S 1 に配設するのが好ましい。第 1 燃料電池スタック 1 8 の全体を均一かつ効率的に加熱することができるからである。第 2 加熱装置 2 4 としての電熱ヒータおよび誘導加熱コイルは、例えば、第 2 燃料電池スタック 2 0 の積層方向の全長に亘って第 2 燃料電池スタック 2 0 を周回するように螺旋状に第 2 空間 S 2 に配設するのが好ましい。第 2 燃料電池スタック 2 0 の全体を均一かつ効率的に加熱することができるからである。

30

40

【 0 0 3 9 】

ケーシング 2 6 は、第 1 燃料電池スタック 1 8、第 2 燃料電池スタック 2 0、第 1 加熱装置 2 2 および第 2 加熱装置 2 4 を収容する。ケーシング 2 6 には、第 2 空間 S 2 の排気ガスを外部に排出するための図示しない排気孔が設けられている。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、酸化剤ガス供給装置 1 4 は、酸化剤ガスを酸化剤ガス入口部 3 4 に供給する酸化剤ガス供給流路 1 1 8 を有する。酸化剤ガスとしては、例えば、空気が用いられる。酸化剤ガス供給装置 1 4 は、酸化剤ガス供給流路 1 1 8 に酸化剤ガス（空気）を供給するための図示しない空気ポンプを有する。また、酸化剤ガス供給装置 1 4 は、システム本体 1 2 から排出される排ガスを用いて酸化剤ガス入口部 3 4 に供給される酸化剤ガ

50

スを加熱する図示しない熱交換器を有する。

【 0 0 4 1 】

燃料ガス供給装置 1 6 は、第 1 燃料ガス供給流路 1 2 0、第 1 開閉弁 1 2 2、第 2 燃料ガス供給流路 1 2 4 および第 2 開閉弁 1 2 6 を備える。第 1 燃料ガス供給流路 1 2 0 は、燃料ガスを第 1 燃料ガス入口部 3 6 に供給する。第 1 開閉弁 1 2 2 は、第 1 燃料ガス供給流路 1 2 0 に設けられて第 1 燃料ガス供給流路 1 2 0 を開放および閉塞する。第 2 燃料ガス供給流路 1 2 4 は、燃料ガスを第 2 燃料ガス入口部 7 4 に供給する。第 2 燃料ガス供給流路 1 2 4 は、第 1 燃料ガス供給流路 1 2 0 から分岐している。第 2 開閉弁 1 2 6 は、第 2 燃料ガス供給流路 1 2 4 に設けられて第 2 燃料ガス供給流路 1 2 4 を開放および閉塞する。

10

【 0 0 4 2 】

燃料ガス供給装置 1 6 は、炭化水素を主体とする原燃料（例えば、都市ガス）と酸化剤ガスとの部分酸化反応により原燃料を改質し、システム本体 1 2 に供給される燃料ガス（例えば、水素ガス）を生成する図示しない部分酸化改質器を有する。燃料ガス供給装置 1 6 は、原燃料と水蒸気との混合ガスを改質し、システム本体 1 2 に供給される燃料ガスを生成する図示しない水蒸気改質器をさらに有していてもよい。この場合、水蒸気改質器と部分酸化改質器とは直列に接続される。また、燃料ガス供給装置 1 6 は、原燃料を供給するための図示しない原燃料ポンプを有する。

【 0 0 4 3 】

制御部 1 7 は、酸化剤ガス供給装置 1 4（空気ポンプ）と、燃料ガス供給装置 1 6（原燃料ポンプ）とを制御する。また、制御部 1 7 は、第 1 開閉弁 1 2 2 と第 2 開閉弁 1 2 6 の駆動を制御する。制御部 1 7 は、第 1 燃料電池スタック 1 8 を第 2 燃料電池スタック 2 0 よりも先に起動するように制御する。

20

【 0 0 4 4 】

このように構成される燃料電池システム 1 0 の動作について、以下に説明する。

【 0 0 4 5 】

燃料電池システム 1 0 では、燃料電池システム 1 0 の起動時に第 1 燃料電池スタック 1 8 のみを先に起動する。すなわち、図 1 に示すように、制御部 1 7 は、酸化剤ガス供給装置 1 4 の図示しない空気ポンプを駆動して酸化剤ガス供給流路 1 1 8 から酸化剤ガス入口部 3 4 を介して第 1 酸化剤ガス流路 5 8 に酸化剤ガスを供給する。第 1 酸化剤ガス流路 5 8 に導入された酸化剤ガスは、第 1 酸化剤ガス流路 5 8 に沿って移動することにより第 1 電解質・電極構造体 4 2 の第 1 カソード電極 5 0 に供給される。

30

【 0 0 4 6 】

燃料ガス供給装置 1 6 では、燃料電池システム 1 0 の起動時において、制御部 1 7 は、第 1 開閉弁 1 2 2 を開放するとともに第 2 開閉弁 1 2 6 を閉塞する。そして、制御部 1 7 は、燃料ガス供給装置 1 6 の図示しない原燃料ポンプを駆動して第 1 燃料ガス供給流路 1 2 0 から第 1 燃料ガス入口部 3 6 を介して第 1 燃料ガス流路 6 4 に燃料ガスを供給する。第 1 燃料ガス流路 6 4 に導入された燃料ガスは、第 1 燃料ガス流路 6 4 に沿って移動することにより第 1 電解質・電極構造体 4 2 の第 1 アノード電極 5 2 に供給される。

【 0 0 4 7 】

したがって、各第 1 電解質・電極構造体 4 2 では、第 1 アノード電極 5 2 に供給された燃料ガスと第 1 カソード電極 5 0 に供給された酸化剤ガスとが電気化学反応により消費されて発電が行われる。なお、第 1 燃料電池スタック 1 8 に供給される酸化剤ガスおよび燃料ガスのそれぞれの量は、第 1 燃料電池スタック 1 8 の発電に消費される酸化剤ガスおよび燃料ガスの量よりも多い。また、第 1 燃料電池スタック 1 8 には、燃料ガスに対して酸化剤ガスを余剰に供給している。

40

【 0 0 4 8 】

第 1 酸化剤ガス流路 5 8 の余剰の酸化剤ガスは、第 1 酸化剤ガス排出孔 6 0 から排ガスとして第 1 空間 S 1 に排出される。第 1 燃料ガス流路 6 4 の余剰の燃料ガスは、第 1 燃料ガス排出孔 6 6 から排ガスとして第 1 空間 S 1 に排出される。

50

【 0 0 4 9 】

第 1 燃料電池スタック 1 8 から第 1 空間 S 1 に排出された排ガス（酸化剤ガスと燃料ガスとを含む排ガス）は、第 1 燃焼器 1 0 6 の燃料として用いられる。つまり、第 1 燃焼器 1 0 6 は、第 1 燃料電池スタック 1 8 から第 1 空間 S 1 に排出された排ガス中の酸化剤ガスと燃料ガスをを用いて燃焼する。そのため、第 1 燃料電池スタック 1 8 および第 2 燃料電池スタック 2 0 が加熱される。これにより、第 1 燃料電池スタック 1 8 が迅速に起動される。

【 0 0 5 0 】

燃料電池システム 1 0 の負荷が比較的小さい場合、第 1 燃料電池スタック 1 8 のみを運転し、第 2 燃料電池スタック 2 0 を運転しない。一方、燃料電池システム 1 0 の負荷が増大すると、第 1 燃料電池スタック 1 8 および第 2 燃料電池スタック 2 0 の両方を運転する。

10

【 0 0 5 1 】

この場合、制御部 1 7 は、第 1 開閉弁 1 2 2 を開放した状態のまま第 2 開閉弁 1 2 6 を開放する。これにより、第 2 燃料ガス供給流路 1 2 4 から第 2 燃料ガス入口部 7 4 を介して第 2 燃料ガス流路 1 0 2 に燃料ガスが供給される。なお、燃料電池システム 1 0 では、第 2 燃料電池スタック 2 0 で消費される燃料ガスの量よりも多い量の燃料ガスを第 2 燃料ガス入口部 7 4 に供給する。第 2 燃料ガス流路 1 0 2 に導入された燃料ガスは、第 2 燃料ガス流路 1 0 2 に沿って移動することにより第 2 電解質・電極構造体 7 8 の第 2 アノード電極 8 8 に供給される。

20

【 0 0 5 2 】

一方、第 1 燃焼器 1 0 6 で一部が使用された排ガスは、第 2 燃料電池スタック 2 0 に導かれる。具体的には、余剰の酸化剤ガスを含む排ガスは、第 2 燃料電池スタック 2 0 の酸化剤ガス流入孔 9 6 を介して第 2 酸化剤ガス流路 9 4 に導入され、第 2 酸化剤ガス流路 9 4 に沿って移動することにより第 2 電解質・電極構造体 7 8 の第 2 カソード電極 8 6 に供給される。

【 0 0 5 3 】

したがって、各第 2 電解質・電極構造体 7 8 では、第 2 アノード電極 8 8 に供給された燃料ガスと第 2 カソード電極 8 6 に供給された酸化剤ガスとが電気化学反応により消費されて発電が行われる。そして、第 2 酸化剤ガス流路 9 4 の余剰の酸化剤ガスは、第 2 酸化剤ガス排出孔 9 8 から排ガスとして第 2 空間 S 2 に排出される。第 2 燃料ガス流路 1 0 2 の余剰の燃料ガスは、第 2 燃料ガス排出孔 1 0 4 から排ガスとして第 2 空間 S 2 に排出される。

30

【 0 0 5 4 】

第 2 燃料電池スタック 2 0 から第 2 空間 S 2 に排出された排ガス（酸化剤ガスと燃料ガスとを含む排ガス）は、第 2 燃焼器 1 1 2 の燃料として用いられる。つまり、第 2 燃焼器 1 1 2 は、第 2 燃料電池スタック 2 0 から第 2 空間 S 2 に排出された排ガス中の酸化剤ガスと燃料ガスをを用いて燃焼する。そのため、第 2 燃料電池スタック 2 0 が加熱される。これにより、第 2 燃料電池スタック 2 0 が迅速に起動される。

【 0 0 5 5 】

この場合、本実施形態に係る燃料電池システム 1 0 は、以下の効果を奏する。

40

【 0 0 5 6 】

燃料電池システム 1 0 は、第 1 燃料電池スタック 1 8 と、第 1 燃料電池スタック 1 8 に対して離間した状態で第 1 燃料電池スタック 1 8 の外周を覆うように配置された第 2 燃料電池スタック 2 0 とを備える。第 1 燃料電池スタック 1 8 および第 2 燃料電池スタック 2 0 のそれぞれは、固体酸化物形燃料電池を有する。

【 0 0 5 7 】

これにより、燃料電池システム 1 0 の起動時に第 1 燃料電池スタック 1 8 のみを先に起動することができるため、燃料電池スタックの全体（第 1 燃料電池スタック 1 8 と第 2 燃料電池スタック 2 0 の両方）を起動する場合と比較して熱容量を小さくすることができる

50

。また、第1燃料電池スタック18を起動する際に第1燃料電池スタック18の放熱を第2燃料電池スタック20の昇温に利用することができる。したがって、燃料電池システム10の起動時間を効率的に短縮することができる。さらに、部分負荷で運転する際に第1燃料電池スタック18および第2燃料電池スタック20のいずれかのみを運転させることができるため、燃料利用率の低下を抑えることができる。よって、部分負荷で運転する際に発電効率の低下を抑えることができる。

【0058】

第1燃料電池スタック18は、第1燃料電池スタック18と第2燃料電池スタック20との間の空間(第1空間S1)に向けて排ガスを排出している。これにより、第1燃料電池スタック18から排出された排ガスにより第2燃料電池スタック20を昇温することができる。つまり、第2燃料電池スタック20を暖気状態にしておくことができるため、燃料電池システム10の負荷が増大した場合に第2燃料電池スタック20を迅速に運転することができる。

10

【0059】

第2燃料電池スタック20は、第1燃料電池スタック18から排出された排ガスを用いて発電している。これにより、第2燃料電池スタック20を効率的に運転させることができる。

【0060】

第1燃料電池スタック18と第2燃料電池スタック20との間の空間(第1空間S1)には、第1燃料電池スタック18を加熱する加熱装置(第1加熱装置22)が配置されている。これにより、加熱装置(第1加熱装置22)によって第1燃料電池スタック18を効率的に昇温させることができる。

20

【0061】

加熱装置(第1加熱装置22)は、第1燃料電池スタック18から排出された排ガスを用いて燃焼する燃焼器(第1燃焼器106)を有する。これにより、第1燃料電池スタック18の起動時間を効率的に短縮することができる。

【0062】

燃焼器(第1燃焼器106)は、第1燃料電池スタック18の周方向に互いに離間して配設された複数の燃焼部(第1燃焼部110)を含んでいる。これにより、第1燃料電池スタック18の全体を均等に昇温することができる。

30

【0063】

第2燃料電池スタック20は、環状に構成されている。これにより、第2燃料電池スタック20によって第1燃料電池スタック18の放熱を効果的に抑えることができる。

【0064】

燃料電池システム10は、第1燃料電池スタック18を第2燃料電池スタック20よりも先に起動するように制御する制御部17を備える。これにより、制御部17によって第1燃料電池スタック18のみを先に起動させることができる。

【0065】

第1燃料電池スタック18と第2燃料電池スタック20に燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置16と、第1燃料電池スタック18に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置14と、を備え、第2燃料電池スタック20は、第1燃料電池スタック18から排出された酸化剤ガスを含む排ガスと燃料ガス供給装置16から供給された燃料ガスとを用いて発電する。このような構成によれば、燃料電池システム10が部分負荷または低負荷で発電する場合に、第1燃料電池スタック18および第2燃料電池スタック20のいずれかのみを運転させることができる。これにより、発電効率の低下を抑制することができる。

40

【0066】

第2燃料電池スタック20の外周側には、第2燃料電池スタック20を加熱する外側加熱装置(第2加熱装置24)が配設されている。これにより、第2燃料電池スタック20を外側加熱装置(第2加熱装置24)によって加熱することができるため、第2燃料電池スタック20の起動時間を効率的に短縮することができる。

50

【 0 0 6 7 】

第 1 燃料電池スタック 1 8 は、複数の第 1 単位セル 2 8 が互いに積層されて形成されている。第 2 燃料電池スタック 2 0 は、複数の第 2 単位セル 6 8 が複数の第 1 単位セル 2 8 と同じ方向に互いに積層されて形成されている。第 2 燃料電池スタック 2 0 は、複数の第 1 単位セル 2 8 の積層方向と直交する方向に位置している。これにより、燃料電池システム 1 0 をコンパクトに構成することができる。

【 0 0 6 8 】

次に、変形例に係る第 1 燃料電池スタック 1 8 a について図 5 A を参照しながら説明する。本変形例に係る第 1 燃料電池スタック 1 8 a では、上述した第 1 燃料電池スタック 1 8 と同一の構成については同一の参照符号を付し、その詳細な説明については省略する。後述する他の変形例に係る第 1 燃料電池スタック 1 8 b についても同様である。

10

【 0 0 6 9 】

図 5 A に示すように、第 1 燃料電池スタック 1 8 a の第 1 単位セル 2 8 a は、セル本体 1 3 0、ガス導入部 1 3 2 および連結部 1 3 4 を備える。セル本体 1 3 0 は、第 1 電解質・電極構造体 4 2 を有する。円形状のセル本体 1 3 0 には、酸化剤ガス供給連通孔 3 8 が形成されている。円形状のガス導入部 1 3 2 には、複数の第 1 単位セル 2 8 a の積層方向（図 5 A の紙面と直交する方向）に沿って延在した第 1 燃料ガス供給連通孔 4 0 が形成されている。連結部 1 3 4 は、ガス導入部 1 3 2 とセル本体 1 3 0 とを互いに連結する。連結部 1 3 4 には、第 1 燃料ガス供給連通孔 4 0 の燃料ガスをセル本体 1 3 0 の第 1 電解質・電極構造体 4 2 に導くためのガス導入路 1 3 6 が形成されている。

20

【 0 0 7 0 】

このような第 1 燃料電池スタック 1 8 a によれば、燃料ガスは、第 1 燃料ガス供給連通孔 4 0 からガス導入路 1 3 6 を介して第 1 電解質・電極構造体 4 2 の第 1 アノード電極 5 2 に供給される。このような第 1 燃料電池スタック 1 8 a であっても、上述した第 1 燃料電池スタック 1 8 と同様の効果を奏する。

【 0 0 7 1 】

第 1 燃料電池スタック 1 8 a では、セル本体 1 3 0 に第 1 燃料ガス供給連通孔 4 0 を形成するとともにガス導入部 1 3 2 に酸化剤ガス供給連通孔 3 8 を形成してもよい。

【 0 0 7 2 】

次に、他の変形例に係る第 1 燃料電池スタック 1 8 b について図 5 B を参照しながら説明する。図 5 B に示すように、第 1 燃料電池スタック 1 8 b の第 1 単位セル 2 8 b は、セル本体 1 4 0、第 1 ガス導入部 1 4 2、第 1 連結部 1 4 4、第 2 ガス導入部 1 4 6 および第 2 連結部 1 4 8 を備える。

30

【 0 0 7 3 】

円形状のセル本体 1 4 0 は、第 1 電解質・電極構造体 4 2 を有する。円形状の第 1 ガス導入部 1 4 2 には、複数の第 1 単位セル 2 8 b の積層方向（図 5 B の紙面と直交する方向）に沿って延在した第 1 燃料ガス供給連通孔 4 0 が形成されている。第 1 連結部 1 4 4 は、第 1 ガス導入部 1 4 2 とセル本体 1 4 0 とを互いに連結する。第 1 連結部 1 4 4 には、第 1 燃料ガス供給連通孔 4 0 の燃料ガスをセル本体 1 4 0 の第 1 電解質・電極構造体 4 2 に導くための第 1 ガス導入路 1 5 0 が形成されている。

40

【 0 0 7 4 】

円形状の第 2 ガス導入部 1 4 6 には、複数の第 1 単位セル 2 8 b の積層方向（図 5 B の紙面と直交する方向）に沿って延在した酸化剤ガス供給連通孔 3 8 が形成されている。第 2 連結部 1 4 8 は、第 2 ガス導入部 1 4 6 とセル本体 1 4 0 とを互いに連結する。第 2 連結部 1 4 8 には、酸化剤ガス供給連通孔 3 8 の酸化剤ガスをセル本体 1 4 0 の第 1 電解質・電極構造体 4 2 に導くための第 2 ガス導入路 1 5 2 が形成されている。第 1 ガス導入部 1 4 2 と第 2 ガス導入部 1 4 6 とは、セル本体 1 4 0 を挟んだ反対側に位置している。ただし、第 1 ガス導入部 1 4 2 と第 2 ガス導入部 1 4 6 とは、任意の位置に配置することができる。

【 0 0 7 5 】

50

このような第1燃料電池スタック18bによれば、燃料ガスは、第1燃料ガス供給連通孔40から第1ガス導入路150を介して第1電解質・電極構造体42の第1アノード電極52に供給される。酸化剤ガスは、酸化剤ガス供給連通孔38から第2ガス導入路152を介して第1電解質・電極構造体42の第1カソード電極50に供給される。このような第1燃料電池スタック18bであっても、上述した第1燃料電池スタック18と同様の効果を奏する。

【0076】

次に、変形例に係る第2燃料電池スタック20aについて図5Cを参照しながら説明する。本変形例に係る第2燃料電池スタック20aでは、上述した第2燃料電池スタック20と同一の構成については同一の参照符号を付し、その詳細な説明については省略する。

10

【0077】

図5Cに示すように、第2燃料電池スタック20aの第2単位セル68aは、セル本体160、ガス導入部162および連結部164を備える。円環状のセル本体160は、第2電解質・電極構造体78を有する。円形状のガス導入部162には、複数の第2単位セル68aの積層方向（図5Cの紙面と直交する方向）に沿って延在した第2燃料ガス供給連通孔76が形成されている。連結部164は、ガス導入部162とセル本体160とを互いに連結する。連結部164には、第2燃料ガス供給連通孔76の燃料ガスをセル本体160に導くためのガス導入路166が形成されている。

【0078】

このような第2燃料電池スタック20aによれば、燃料ガスは、第2燃料ガス供給連通孔76からガス導入路166を介して第2電解質・電極構造体78の第2アノード電極88に供給される。なお、第1燃料電池スタック18の排ガスに含まれる酸化剤ガスは、第1空間S1からセル本体160の第2電解質・電極構造体78の第2カソード電極86に供給される。このような第2燃料電池スタック20aであっても、上述した第2燃料電池スタック20と同様の効果を奏する。第2燃料電池スタック20aは、上述した第1燃料電池スタック18、18a、18bと適宜組み合わせることができる。

20

【0079】

本発明は、上述した構成に限定されない。燃料電池システム10では、第2燃料電池スタック20、20aの外周側に1つ以上の環状の燃料電池を径方向に重なるように配置してもよい。すなわち、燃料電池システム10では、燃料電池を径方向に3重以上に重なるように配置してもよい。

30

【0080】

第1燃料電池スタック18、18a、18bは、第2燃料電池スタック20、20aの内側（第1空間S1）に2つ以上設けられていてもよい。この場合、運転を行う第1燃料電池スタック18、18a、18bの数を調整することにより、発電量を容易に変更することができる。

【0081】

第2燃料電池スタックは、複数の第2単位セルの積層方向からの平面視で円弧状に延在していてもよい。この場合、第2燃料電池スタックを複数設けるとともにこれら第2燃料電池スタックを円環状に配置してもよい。第1燃料電池スタック18、18a、18bには、酸化剤ガスに対して燃料ガスを余剰に供給し、第1空間S1から第2燃料電池スタック20、20aに余剰の燃料ガスを供給するようにしてもよい。この場合、第2燃料電池スタック20、20aは、第2燃料ガス供給連通孔76に換えて酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス供給連通孔が形成される。

40

【0082】

本発明に係る燃料電池システムは、上述の実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【符号の説明】

【0083】

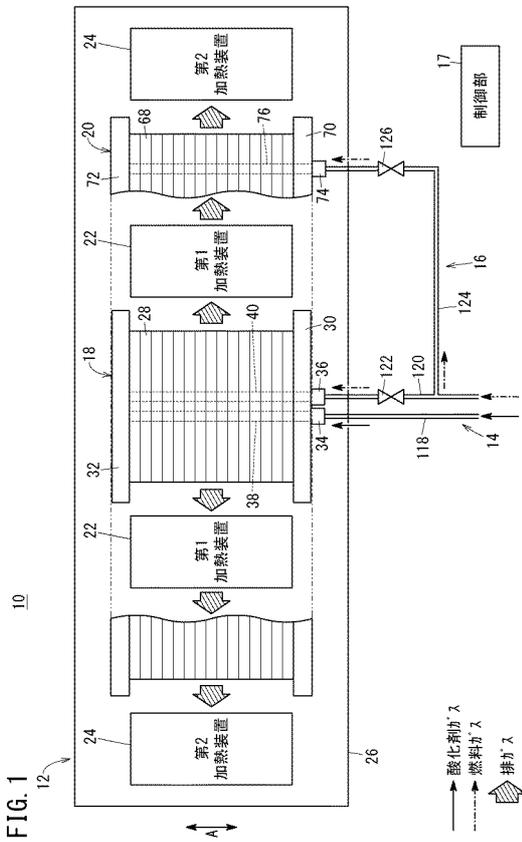
10 ... 燃料電池システム

14 ... 酸化剤ガス供給装置

50

- 1 6 ... 燃料ガス供給装置
- 1 8、1 8 a、1 8 b ... 第1 燃料電池スタック
- 2 0、2 0 a ... 第2 燃料電池スタック
- 2 2 ... 第1 加熱装置 (加熱装置)
- 2 4 ... 第2 加熱装置 (外側加熱装置)
- 1 0 6 ... 第1 燃焼器
- 1 1 0 ... 第1 燃焼部
- 1 1 2 ... 第2 燃焼器
- S 1 ... 第1 空間
- S 2 ... 第2 空間

【 図 1 】



【 図 2 】

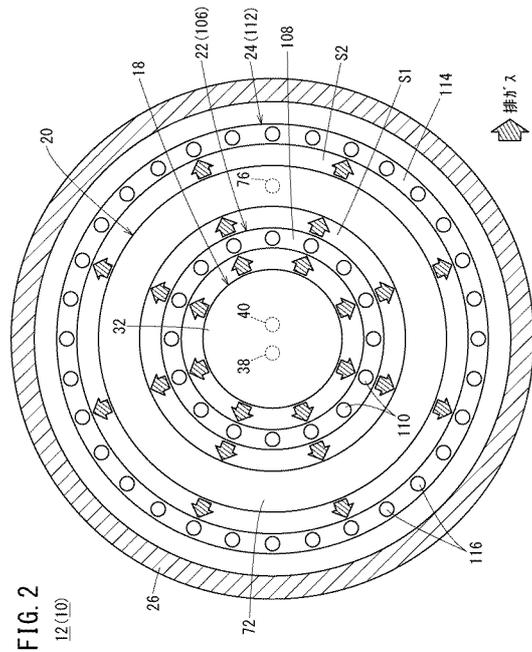


FIG. 2
12(10)

【 図 3 】

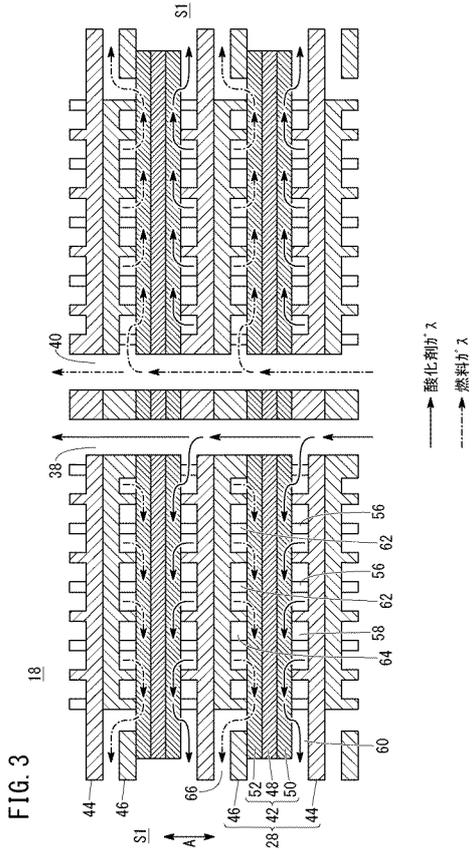


FIG. 3

【 図 4 】

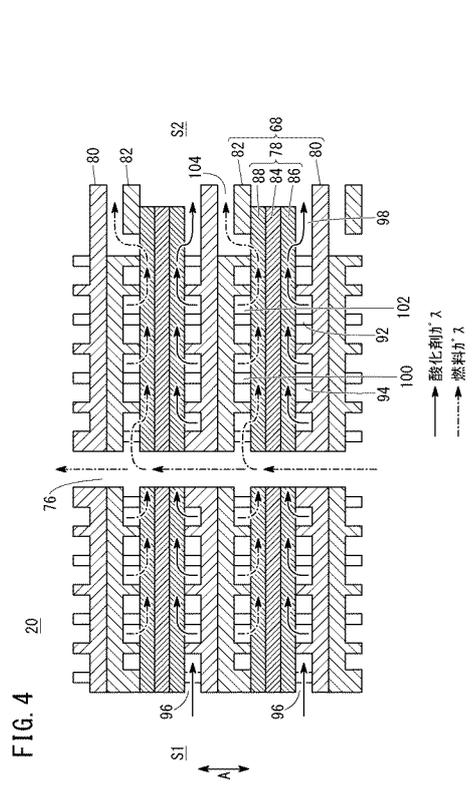


FIG. 4

【 図 5 】

FIG. 5A

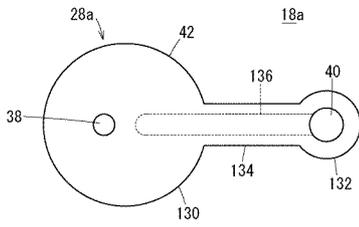


FIG. 5B

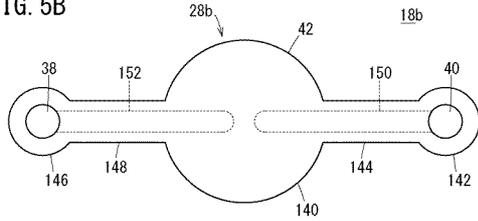
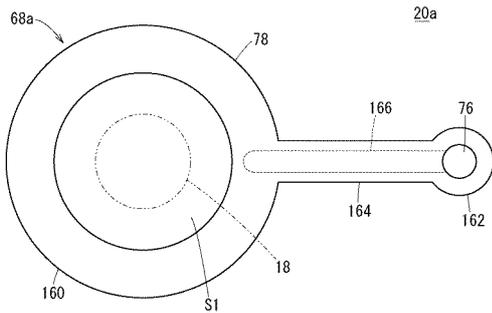


FIG. 5C



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 M 8/04225 (2016.01)	H 0 1 M 8/04225	
	H 0 1 M 8/12	1 0 2 A
	H 0 1 M 8/12	1 0 2 Z

(72)発明者 佐藤 美穂

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 戸田 茂

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) 5H126 BB06 DD05 EE04 EE11

5H127 AA07 AB16 AB17 AC15 BA05 BA12 BA37 BA57 BB02 BB12

BB27 BB37 BB43 CC17 CC18 EE03