

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2024-528869

(P2024-528869A)

(43)公表日 令和6年8月1日(2024.8.1)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
C 2 5 B 9/67 (2021.01)	C 2 5 B 9/67	4 K 0 2 1
C 2 5 B 1/042(2021.01)	C 2 5 B 1/042	
C 2 5 B 9/00 (2021.01)	C 2 5 B 9/00	A
C 2 5 B 13/07 (2021.01)	C 2 5 B 13/07	
C 2 5 B 13/04 (2021.01)	C 2 5 B 13/04	3 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全23頁)

(21)出願番号	特願2024-504229(P2024-504229)	(71)出願人	508359550 セレス インテレクチュアル プロパティ ー カンパニー リミテッド
(86)(22)出願日	令和4年7月27日(2022.7.27)		イギリス国 アールエイチ 1 3 5 ピーエ ックス, ウェスト・サセックス, ホーシ ヤム, ファウンダー・レーン, バイキ ング・ハウス
(85)翻訳文提出日	令和6年2月15日(2024.2.15)	(74)代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(86)国際出願番号	PCT/GB2022/051965	(74)代理人	100121511 弁理士 小田 直
(87)国際公開番号	WO2023/012456	(74)代理人	100202751 弁理士 岩堀 明代
(87)国際公開日	令和5年2月9日(2023.2.9)	(74)代理人	100208580 弁理士 三好 玲奈
(31)優先権主張番号	2111411.1		
(32)優先日	令和3年8月6日(2021.8.6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA( AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電解システム

(57)【要約】

本発明は、アノード、カソード、および固体酸化物電解質を備える電解スタック(12)を備える固体酸化物電解槽セルシステム(10)に関する。アノードは、アノード入口(14)を備える。システム(10)は、アノード入口(14)を介してアノードにスweepガスを供給するためのスweepガス供給源(16)と、スweepガス供給源(16)とアノード入口(14)との間の流路を画定するスweepガス供給流路(18)とをさらに備える。システム(10)は、スweepガス供給流路(18)と流体連通している第1の熱交換器(30)をさらに備える。第1の熱交換器(30)は、固体酸化物形電解槽セルシステム(10)の外部にある供給源を有し、外部流路(28)を画定する流体流(26)とも流体連通している。第1の熱交換器(30)は、スweepガス供給流路(18)と外部流路(28)との間で熱交換するように構成される。本発明はさらに、第1の熱交換器(30)を介して外部流路(28)とスweepガス供給流路(18)との間で熱交換することによって、そのような固体酸化物電解槽セルシステム(10)を操作

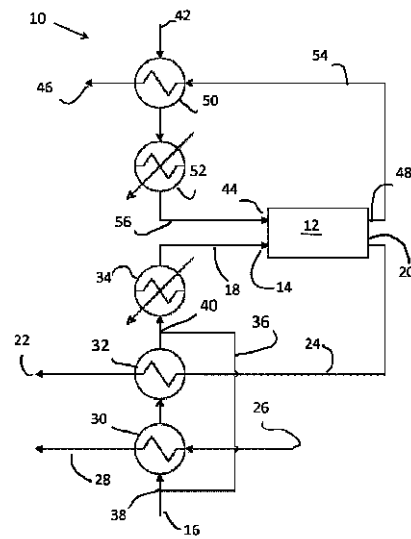


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

固体酸化物電解槽セルシステムであって、

アノード、カソード、および固体酸化物電解質を備える電解スタックであって、前記アノードがアノード入口を備える、電解スタックと、

前記アノード入口を介して前記アノードにスイープガスを供給するためのスイープガス供給源と、

前記スイープガス供給源と前記アノード入口との間の流路を画定するスイープガス供給流路と、

前記スイープガス供給流路と流体連通する第 1 の熱交換器とを備え、

10

前記第 1 の熱交換器は、前記固体酸化物形電解槽セルシステムの外部にある供給源を有し、外部流路を画定する流体流とも流体連通しており、

前記第 1 の熱交換器は、前記スイープガス供給流路と前記外部流路との間で熱交換するように構成される、固体酸化物電解槽セルシステム。

**【請求項 2】**

前記スイープガス供給流路に接続されたバイパス流路であって、その第 1 の端部において前記第 1 の熱交換器の上流側の位置に接続され、その第 2 の端部において前記第 1 の熱交換器の下流側の位置に接続されるバイパス流路をさらに備える、請求項 1 に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

**【請求項 3】**

20

前記スイープガス供給流路内に位置決めされ、前記第 1 の熱交換器の下流側に接続された第 1 のヒータをさらに備える、請求項 1 または請求項 2 に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

**【請求項 4】**

前記電解スタックの前記アノードのためのアノード出口であって、前記アノード出口と第 1 の排出口との間の流路を画定するアノード出口流路を備える、アノード出口と、

前記スイープガス供給流路と流体連通し、前記スイープガス供給流路内の前記第 1 の熱交換器の下流側に位置決めされた第 2 の熱交換器であって、前記アノード出口流路とも流体連通し、前記スイープガス供給流路と前記アノード出口流路との間で熱交換するように構成された第 2 の熱交換器と

30

をさらに備える、請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

**【請求項 5】**

前記電解スタックの前記カソードのためのカソード入口と、

前記カソード入口を介して前記カソードに燃料を供給するための燃料供給源と、

前記燃料供給源と前記カソード入口との間の流路を画定する燃料供給流路と、

前記電解スタックの前記カソードのためのカソード出口と、

前記カソード出口と第 2 の排出口との間の流路を画定するカソード出口流路と、

前記燃料供給流路の下流側と流体連通している第 3 の熱交換器であって、前記カソード出口流路とも流体連通し、前記燃料供給流路と前記カソード出口流路との間で熱交換するように構成された第 3 の熱交換器と

40

をさらに備える、請求項 4 に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

**【請求項 6】**

前記カソード出口流路と前記アノード出口流路とを接続して、それらを流体連通させるカソード出口分岐流路をさらに備える、請求項 5 に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

**【請求項 7】**

前記カソード出口分岐流路内に配置された弁をさらに備える、請求項 6 に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

**【請求項 8】**

50

前記燃料供給流路と流体連通し、前記外部流路とも流体連通し、前記流路間で熱交換するように構成された第4の熱交換器をさらに備える、請求項4～請求項7のいずれか一項に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

【請求項9】

前記第3の熱交換器は、前記第4の熱交換器の下流側で前記燃料供給流路と流体連通している、請求項8に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

【請求項10】

前記第3の熱交換器の下流側に配置された前記燃料供給流路内に位置決めされた第2のヒータをさらに備える、請求項5～請求項9のいずれか一項に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

10

【請求項11】

前記アノード出口と前記第2の熱交換器との間の前記アノード出口流路内に位置決めされた第3のヒータをさらに備える、請求項4に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

【請求項12】

前記アノード出口と前記第2の熱交換器との間の位置で前記アノード出口流路に接続された切換弁をさらに備え、前記切換弁はまた、前記外部流路および第3の排出口に接続され、前記切換弁は、前記アノード出口と前記第2の熱交換器、前記外部流路または前記第3の排出口の少なくとも1つとの間で流れを方向付けるように構成される、請求項4～請求項11のいずれか一項に記載の固体酸化物電解槽セルシステム。

【請求項13】

固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法であって、  
アノード入口を介して電解スタックのアノードにスイープガスを供給するためのスイープガス供給源を設けて、前記スイープガス供給源と前記アノード入口との間にスイープガス供給流路を画定することと、  
前記固体酸化物電解槽セルシステムの外部に供給源を有する流体流を形成し、前記流体流から外部流路を画定することと、  
第1の熱交換器を介して前記外部流路と前記スイープガス供給流路との間で熱交換することと  
を含む操作方法。

20

【請求項14】

前記電解槽の前記アノードのアノード出口と前記システムへの第1の排出口との間のアノード出口流路が画定される、請求項13に記載の固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法。

30

【請求項15】

前記第1の熱交換器の下流側の位置で前記スイープガス供給流路内に配置された第2の熱交換器によって、前記アノード出口流路と前記スイープガス供給流路との間で熱交換することを含む、請求項14に記載の固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法。

【請求項16】

前記第1の熱交換器の上流側および前記第2の熱交換器の下流側の前記スイープガス供給流路内に配置されたバイパス流路によって前記第1の熱交換器および前記第2の熱交換器をバイパスすることを含む、請求項15に記載の固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法。

40

【請求項17】

前記アノード出口と前記第2の熱交換器との間の前記アノード出口流路内に配置された第3のヒータから前記アノード出口流路に熱を供給することを含む、請求項15または請求項16に記載の固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法。

【請求項18】

前記アノード出口とパーナとの間の前記流路内に配置された切換弁によって、前記外部流体流路または前記第3のヒータから前記アノード出口流路に熱を供給することを含む、請求項17に記載の固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法。

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、電解質を備えたセル内での水（および二酸化炭素）の電解によって水素（または合成ガス）を生成するための電解システムまたは電解槽システムに関する。このようなセルの形態の1つは、固体酸化物電解槽セル、すなわちSOECである。

**【背景技術】****【0002】**

電解システムは、一般に、電解質、アノードおよびカソードを有する1つまたは複数のセルを備え、それらは、水の電解によって水素を、または水および二酸化炭素の電解によって合成ガスを生成するように動作する。

10

**【0003】**

水素を生成するために、セルには、カソードにおいて水が（蒸気の形態で）供給され、アノードには還元ガスまたは燃料が供給される。次いで、DC電流がアノードとカソードとの間に供給される。その後、水（蒸気）は、蒸気が水素ガスと酸素に還元されるように還元を受け、酸素は、アノード側で排ガスを供給するために電解質を横切って燃料を電気化学的に変換し、水素は、カソード側でガスとして出力される。

**【0004】**

電解槽システムの特徴は、エネルギー効率が悪い傾向があることである。この多くは、それらが室温よりも十分に高い温度、通常は500~800で最も効果的に動作するという事実によるものである。始動時にこれらの温度を達成するために、電解槽システムは、一般に、典型的には入力流体流（高温蒸気および高温燃料）を加熱することによって、システムを動作温度まで暖めるためにヒータを使用する。また、電解槽システムは、電解質の効率的な運転を維持するために、システムの運転中に高温で流体供給を維持する必要がある。さらに、電解槽システムは、高温でオフガス（排ガスおよび水素）を排出するが、このこともまたエネルギーを浪費する。

20

**【0005】**

排ガスの熱を利用して、蒸気をカソード側に投入する前にその蒸気を加熱するために熱交換器を使用する従来技術のシステムが周知である。例えば、米国特許出願公開第2007217995(A1)号および米国特許出願公開第2009235587号を参照されたい。しかしながら、これは、システムが動作しているときにしか排ガスが生成されないという欠点を有する。そのため、始動中に利用可能な熱が不足する。

30

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

したがって、本発明は、始動中、運転中、および冷却中などに、熱流路をより効率的に利用すること目的とする。本発明はさらに、電解槽システムの運転効率を高めることを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

本発明によれば、固体酸化物電解槽セルシステムであって、アノード、カソード、および固体酸化物電解質を備える電解スタックであって、アノードがアノード入口を備える、電解スタックと、アノード入口を介してアノードにスweepガスを供給するためのスweepガス供給源と、スweepガス供給源とアノード入口との間の流路を画定するスweepガス供給流路と、スweepガス供給流路と流体連通する第1の熱交換器とを備え、第1の熱交換器は、固体酸化物形電解槽セルシステムの外部にある供給源を有し、外部流路を画定する流体流とも流体連通しており、第1の熱交換器は、スweepガス供給流路と外部流路との間で熱交換するように構成さ

40

50

れる、固体酸化物電解槽セルシステムが提供される。

【0008】

外部流路は、様々な供給源から入手可能であり得る。外部流路は、固体酸化物電解槽セルシステムの運転の外側にある。したがって、それは別個のプロセスである。この熱は、そうでなければ、浪費されるか、または利用されない場合がある。スweepガス供給流路を加熱するために蒸気を使用することによって、電解スタックの効率を高める。外部流からの熱は、任意の品位であり得る。例えば200未満の低品位熱を使用することができる。

【0009】

外部流の使用は、電解スタックが熱を全く生成しないまたはほとんど生成しない電解槽システムの始動中に特に有用であり得る。したがって、外部流は、スweepガス供給流路、ひいてはアノード入口に、あるレベルの熱を供給して始動効率を高め、他の供給源（例えば、ヒータ）から供給される熱を低減する。

10

【0010】

好ましくは、システムは、スweepガス供給流路に接続されたバイパス流路を備え、バイパス流路は、その第1の端部において第1の熱交換器の上流側の位置に接続され、バイパス流路は、その第2の端部において第1の熱交換器の下流側の位置に接続される。

【0011】

バイパス流路は、第1の熱交換器に接続された外部流路の周りにスweepガス供給流路を迂回させることを可能にする。したがって、その流れは、熱交換なしにアノード入口に向かって方向付けられ得る。これは、外部流体流からの熱の伝達がスweepガス供給流路を加熱するのに不十分である場合に有用であり得る。場合によっては、外部熱源は動作していないことがあり、したがって、外部流との熱交換は、スweepガス供給流路の温度を下げることになるので、回避されることが望ましい場合がある。

20

【0012】

さらに、例えば熱交換器において、部品の限界に対する最大可能熱回収を超える場合には、バイパス流路を利用することができる。したがって、バイパス流路を使用して、システムの損傷を回避することができる。

【0013】

好ましくは、システムは、スweepガス供給流路内に位置決めされ、第1の熱交換器の下流側に接続された第1のヒータを備える。そのような第1のヒータは、スweepガス入口流路内のスweepガス供給源の加熱のための微調整を行うことができる。特に、外部流体流との熱交換後、アノード入口にとって望ましい追加の熱量は変化する。第1のヒータは、供給される熱を調整し得る。第1のヒータによって供給される熱エネルギーの量は、他の熱源を考慮して必要に応じて低減され、したがって、システムの全体効率を高めることができる。

30

【0014】

好ましくは、第1のヒータは、電気ヒータまたは燃焼式ヒータである。このヒータは、トリムヒータと呼ばれる場合もある。第1のヒータは、入口ヒータまたはスweepガスヒータと呼ばれ得る。

40

【0015】

好ましくは、第1のヒータは、バイパス流路の後に位置決めされる。このことにより、第1のヒータは、必要な場合にスweepガス供給流路を加熱することができ、バイパスされない。その代わりに、第1のヒータは、必要なレベルの熱エネルギーを供給するように制御され、必要でない場合には、熱の供給を停止するように制御される。供給される熱の程度もまた、変化させることができる。

【0016】

スweepガスは、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、Arなどの任意の数のガスであり得る。スweepガスは空気であってもよい。一般に、酸素と反応しない任意のガスをスweepガスとして使用することができる。スweepガスは、還元ガスと呼ばれ得る。

50

## 【 0 0 1 7 】

好ましくは、システムは、

電解スタックのアノードのためのアノード出口であって、

アノード出口と第 1 の排出口との間の流路を画定するアノード出口流路を備えるアノード出口と、

スweepガス供給流路と流体連通し、スweepガス供給流路内の第 1 の熱交換器の下流側に位置決めされた第 2 の熱交換器であって、アノード出口流路とも流体連通し、スweepガス供給流路とアノード出口流路との間で熱交換するように構成された第 2 の熱交換器とを備える。

## 【 0 0 1 8 】

スタック内の電解反応の結果として、排ガスが生成され、アノード出口を通して出力される。この排ガスは、その後、排出口、すなわち第 1 の排出口から排出される。しかしながら、排ガスは、熱の形態のエネルギーを含む。排ガスは、500 ~ 650 の範囲の温度を有し得る。したがって、この熱を使用することも有益である。第 2 の熱交換器は、スweepガス供給流路を加熱するさらなる手段となる。

## 【 0 0 1 9 】

第 2 の熱交換器は、第 1 の熱交換器の下流側にある。暖機後のフル運転中のように排ガスが外部供給源の流れよりも高い温度を有する場合、スweepガス供給流路の温度をアノード入口に到達する前に上昇する必要がある。熱交換器を介した逐次加熱は、システム効率を高める。

## 【 0 0 2 0 】

好ましくは、いくつかの実施形態では、第 1 の熱交換器は、第 2 の熱交換器の下流側に配置される。これは、外部流が特に高品位熱であり、したがって熱交換の次数の増加が好ましい場合に有利であり得る。

## 【 0 0 2 1 】

バイパス流路は、第 2 の熱交換器をバイパスすることもできる。したがって、スweepガス供給流路は、第 1 の熱交換器および第 2 の熱交換器を通過しない。これは、アノード排ガス温度がスweepガス供給源温度よりも低くなり得る始動中に有用であり得る。上述したように、部品の限界を超える可能性のある構成要素を保護するためにも有用である。

## 【 0 0 2 2 】

低品位熱および高品位熱という用語は、流路内の熱の質またはレベルを説明するために使用される。プロセスが副産物として熱を生成する場合、これは廃熱と呼ばれ、温度に応じて低品位、中品位、および高品位に分類されることが多い。廃熱または二次熱などの他の用語も使用される。本発明の説明のために、低品位熱は 150 ~ 300 の範囲であると考えられるが、より低い温度が利用されてもよい。高品位熱という用語も使用され、500 以上の範囲の温度を意味する。しかしながら、この説明のために、350 を超える温度もまた、高品位と考えられ得る。

## 【 0 0 2 3 】

いくつかの実施形態では、バイパス流路は、第 1 または第 2 の熱交換器のみをバイパスすることが好ましい。

## 【 0 0 2 4 】

好ましくは、システムは、

電解スタックのカソードのためのカソード入口と、

カソード入口を介してカソードに燃料を供給するための燃料供給源と、

燃料供給源とカソード入口との間の流路を画定する燃料供給流路と、

電解スタックのカソードのためのカソード出口と、

カソード出口と第 2 の排出口との間の流路を画定するカソード出口流路と、

燃料供給流路の下流側と流体連通している第 3 の熱交換器であって、カソード出口流路とも流体連通し、燃料供給流路とカソード出口流路との間で熱交換するように構成された第 3 の熱交換器とをさらに備える。

10

20

30

40

50

## 【0025】

スタック内の電解反応により、水素ガス（または場合によっては合成ガス）が生成され、カソード出口を通過して出力される。これは、生成物、生成ガスまたは燃料と呼ばれ得る。次いで、生成物は、排出口に送られ、種々の他のプロセスに使用される。カソード出口における生成物は、500～650の範囲の高品位熱エネルギーを有する。したがって、ここからの熱は、スweepガス入口流路を加熱するためにも使用され得る。このことにより、カソード入口に高温の蒸気が確実に供給される。

## 【0026】

好ましくは、システムは、カソード出口流路とアノード出口流路とを接続して、それらを流体連通させるカソード出口分岐流路を備える。

10

## 【0027】

第2の熱交換器内での伝達のための熱エネルギーを供給するためにも、アノード出口流路に接続するカソード出口分岐流路を有することが有利である。この分岐流路は、カソード出口流路から、第1の排出口につながるアノード出口流路への生成物の部分的な流れを可能にする。

## 【0028】

好ましくは、システムは、カソード出口分岐流路内に配置された弁を備える。弁は、アノード排出口への生成ガスの流れの制御を可能にする。特に、スweepガス供給流路の温度の上昇が必要とされる始動中に分岐流路を使用することのみが有利であり得る。

## 【0029】

好ましくは、システムは、燃料供給流路と流体連通し、外部流路とも流体連通し、流路間で熱交換するように構成された第4の熱交換器を備える。

20

## 【0030】

燃料供給源は、スタック内の電解反応のためにカソード入口に接続される。燃料供給源は、通常、水である、より正確には蒸気である。スタック内のより効率的な電解反応のために燃料供給流路を加熱することが有利である。さらに、このことにより、確実に水が蒸気を供給するレベルまで加熱される。したがって、外部流路を使用して燃料供給源も加熱することによって、アノード入口およびカソード入口への両方の流路のために低品位熱を利用することができる。外部流路は、この目的のために、第1の熱交換器のための1つの経路と、第4の熱交換器のための1つの経路とを有するように分割され得る。

30

## 【0031】

好ましくは、第4の熱交換器のための外部流路は、第1の熱交換器に供給する流路とは異なる、第4の熱交換器に供給するための第2の流路である。

## 【0032】

好ましくは、燃料供給流路と流体連通している第3の熱交換器は、この流路内の第4の熱交換器の下流側にある。第3の熱交換器は、カソード出口流路と流体連通し、燃料供給流路とカソード出口流路との間で熱交換するように構成される。

## 【0033】

上述したように、スタックがフル運転しているときに、カソード出口からの出力は、高品位熱を有する。この熱は、燃料供給流路を加熱するためにも使用され得る。このことにより、カソード入口に高温の蒸気が確実に供給される。第4の熱交換器は、第3の熱交換器に追加され得る。あるいは、第3および第4の熱交換器は、別個の実施形態を形成し得る。同様に、第3および第4の熱交換器は、カソード出口流路をアノード出口流路に接続する分岐流路を含まないシステム内であってもよい。

40

## 【0034】

好ましくは、いくつかの実施形態では、第4の熱交換器は、燃料供給流路内で第3の熱交換器の下流側にある。これは、外部流路が高品位熱の流路である場合に有利であり得る。

## 【0035】

好ましくは、システムは、燃料供給流路内に位置決めされ、この流路内の第3の熱交換

50

器の下流側に配置された第2のヒータを備える。好ましくは、第2のヒータは、第4の熱交換器の下流側に配置される。このような第2のヒータは、燃料供給流路内の燃料供給源の加熱のための微調整を行うことができる。特に、第3および第4の熱交換器のいずれかまたは両方との熱交換の後、カソード入口に必要な熱量は変化する。第2のヒータは、供給される熱を調整することができる。さらに、このことは、第2のヒータによって供給される熱が必要とされない場合に低減され得るため、エネルギー効率を高め得る。第2のヒータは、(さらなる)入口ヒータまたは燃料供給ヒータと呼ばれ得る。

【0036】

好ましくは、第2のヒータは、電気ヒータまたは燃焼式ヒータである。

【0037】

好ましくは、システムは、アノード出口と第2の熱交換器との間のアノード出口流路内に位置決めされた第3のヒータを備える。第3のヒータは、アノード出口流路の加熱を可能にして、スweepガス供給流路と交換される熱を増加させる。この流路内の第3のヒータは、アノード排ガスがより低いレベルの熱エネルギーを有する始動中に、特に有用であり得る。

【0038】

バーナは、燃焼式ヒータまたは電気ヒータである。これは、スタック出口ヒータ、アノード排ガスヒータ、またはバーナとも呼ばれ得る。好ましくは、第3のヒータが燃焼式ヒータである場合、第3のヒータに対して燃料供給源が設けられる。

【0039】

好ましくは、第3のヒータは、外部燃料供給源によって燃料供給される。アノード排ガスは、燃焼可能でなくてもよい。したがって、アノード排ガスを加熱するためにバーナに対して外部燃料供給源が設けられ、スweepガス供給流路との熱交換を可能にし得る。これは、スタックの始動中または加熱中に特に有利である。

【0040】

分岐流路が設けられる場合には、分岐流路を第3のヒータに接続することが好ましい。カソード出口ガスは、可燃性ガス(例えば、水素または合成ガス)であり、これはバーナ内で燃焼され得る。このことにより、アノード出口流路が加熱され、第2の熱交換器においてスweepガス供給流路が加熱される。これは、始動時に使用され得る。この場合、分岐流路内に配置された弁を開いて、生成ガスをカソード出口からバーナへ流すことができる。これは、スタックの始動中または加熱中など、アノード出口からの排ガスが低品位である場合に有用であり得る。

【0041】

好ましくは、システムは、アノード出口と第2の熱交換器との間の位置でアノード出口流路に接続された切換弁を備え、切換弁はまた、外部流路および第3の排出口に接続され、切換弁は、アノード出口と第2の熱交換器、外部流路または第3の排出口との間で流れを方向付けるように構成される。

【0042】

切換弁は、第2の熱交換器へのアノード出口流路の上記経路ではなく、熱交換器を通過しない第3の排出口へとアノード出口からの排ガスが迂回するのを可能にする。これは、システムの冷却に有用であり得る。このような状況では、復熱(例えば、第2の熱交換器を介する)は必要とされない。したがって、切換弁は、高温ガスが他の場所に、すなわち、第3の排出口を通して排出されるのを可能にする。これは、排気ガスの温度が熱交換器の熱限界を超える場合にも有用である。したがって、ガスは第2の熱交換器の前に排出される。

【0043】

切換弁はまた、外部流路に接続することができる。外部流路は、この目的のために分岐流路を有し得る。このことにより、外部供給源からアノード出口流路への低品位熱の流れが可能になる。これは、外部流を加熱して外部流へのエネルギー入力を低減するために、始動中に有用であり得る。

10

20

30

40

50

これは、特に、外部流がアノード出口流路よりも暖かい状況である。これは、外部供給源が可燃性ガスを供給し、第3のヒータ内でのこのガスの燃焼がスweepガス供給流路のための熱を発生させることを可能にする場合にも有益であり得る。その流れは、必要に応じて、例えばアノード出口に向かう方向、または第2の熱交換器に向かう方向のいずれかの方向であり得る。

【0044】

好ましくは、第3のヒータは、切換弁が存在する場合には、切換弁に接続され得る。第3のヒータは、第2の熱交換器と切換弁との間に位置決めされる。

【0045】

好ましくは、分岐流路が存在する場合、これは、切換弁に接続されたアノード出口流路に接続され得る。

【0046】

このような構成は、システムの周りの流れおよび熱の移動に対する大きな適応性を可能にする。特に、始動中に、熱を様々な供給源からスweepガス供給流路に供給することができる。同様に、冷却中に、第3の排出口を通して熱を排出するための選択肢もある。

【0047】

本発明によれば、固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法であって、

アノード入口を介して電解スタックのアノードにスweepガスを供給するためのスweepガス供給源を設けて、スweepガス供給源と前記アノード入口との間にスweepガス供給流路を画定することと、

固体酸化物電解槽セルシステムの外部に供給源を有する流体流を形成し、流体流から外部流路を画定することと、

第1の熱交換器を介して外部流路とスweepガス供給流路との間で熱交換することを含む操作方法がさらに提供される。

【0048】

スweepガス供給流路を加熱するために外部流体流を使用することによって、電解スタックの効率が向上する。これは、システム温度が低く、熱エネルギーを内部手段から回復させることができない始動中に特に有用であり得る。

【0049】

好ましくは、固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法は、電解槽のアノードのアノード出口とシステムへの第1の排出口との間のアノード出口流路を画定する。

【0050】

好ましくは、固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法は、第1の熱交換器の下流側の位置でスweepガス供給流路内に配置された第2の熱交換器によって、アノード出口流路とスweepガス供給流路との間で熱交換することを含む。

【0051】

そうするのに十分な熱がある場合、スタックからの排ガスは、スweepガス供給流路を加熱するためにも使用され得る。この復熱式熱交換器は、スタックから利用可能な熱の品位に依存する。これは、他の供給源からスweepガス供給流路に熱を供給する必要性を低減する。

【0052】

好ましくは、固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法は、第1の熱交換器の上流側および第2の熱交換器の下流側のスweepガス供給流路内に配置されたバイパス流路によって第1の熱交換器および第2の熱交換器をバイパスすることを含む。このことにより、外部流路からまたはアノード出口流路からなど、交換するのに十分な熱がない場合に、熱交換器をバイパスすることが可能になる。

【0053】

好ましくは、固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法は、アノード出口と第2の熱交換器との間のアノード出口流路内に配置された第3のヒータからアノード出口流路に熱を供給することを含む。これは、アノード出口から生成された熱がスweepガス供給流路と

10

20

30

40

50

交換するために追加の熱を必要とする場合に有益であり得る。これが起こり得る状況は、スタックが高品位熱を生成していない始動を含み得る。

【0054】

好ましくは、固体酸化物電解槽セルシステムの操作方法は、アノード出口とバーナとの間の流路内に配置された切換弁によって、外部流体流路または第3のヒータからアノード出口流路に熱を供給することを含む。クールダウン中のように、スweepガス供給流路との熱交換が望ましくない状況がある。したがって、切換弁は、アノード出口からの熱を、排出口などの別の経路に方向付けることができる。このことは、システムの冷却速度を増加させることになる。

【0055】

次に、本発明のこれらの特徴および他の特徴について、添付図面を参照しながら、単なる例として、さらに詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】スタックのアノード側のための外部流路を有する電解槽システムの概略図である。

【図2】アノード排ガス流路内に第3のヒータを含む、図1の概略図である。

【図3】外部流路が異なる位置に設けられている、図1の概略図である。

【図4】外部流路がスタックのカソード側に設けられている、図1の概略図である。

【図5】外部流路が異なる位置に設けられている、図4の概略図である。

【図6】切換弁を含む、図2の概略図である。

【図7】カソード側およびアノード側の外部流の流れが同じである、図1と同様の電解槽システムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0057】

次に、本発明の実施形態を詳細に説明するが、その1つまたは複数の実施例を以下に示す。各々の実施例は、本発明の説明のために示されており、本発明を限定するものではない。

【0058】

本明細書で使用される参照符号のリストは、詳細な実施形態の説明の終わりに記載されている。

【0059】

図1を参照すると、電解槽システム10が示されている。電解槽システム10は、一般に、電解スタック12を備える。電解スタック12は、一般に、生成物を生成するための還元反応のためのアノードおよびカソードを備える。

【0060】

スタック12は、アノード入口14を有し、アノード入口14を通してスタック12のアノードに供給される。スweepガス供給源16が設けられ、これは、スweepガス供給流路18によってアノード入口14に接続される。

【0061】

流路について説明するが、一般に、流路は、ある位置から別の位置へパイプまたはラインを通過する流れである。したがって、流路は、点間の流体接続または流体連通を画定する。スweepガス供給流路18について説明するが、これはスweepガス供給パイプまたはライン18でもあり、流体連通を形成する。整合性のために、可能な場合には流路について言及する。

【0062】

一般に、スweepガスは、スweepガス供給源16を通して供給され、スweepガス供給流路18を通過してアノード入口14に至る。

【0063】

スタック12は、アノード出口20を備え、排出生成物はアノード出口20を通過して排

10

20

30

40

50

出される。これは、一般に、排ガスである。アノード出口 20 は、アノード出口流路 24 によって第 1 の排出口 22 に接続される。その結果、スタック 12 で生成された排ガスは、アノード出口 20 で排出され、アノード出口流路 24 を通って第 1 の排出口 22 に至る。

【0064】

排ガスは、システム 10 の外部で様々な目的のために利用され得る。

【0065】

電解槽システム 10 へ、外部流体流 26 が流入する。外部流体流 26 は、電解槽システム 10 のプロセスとは別に生成される外部流である。外部流体流 26 は、流体またはガスの高温流であり得る。

【0066】

外部流体流 26 は、別のプロセスからの排ガスであり、低品位熱（例えば、約 200）の流体流であることが予想されるが、より高いまたはより低い品位の熱を外部流体流 26 に与えるために、異なる供給源を利用することができる。

【0067】

外部流体流 26 は、外部流路 28 を形成する。外部流路 28 は、第 1 の熱交換器 30 を通過する。第 1 の熱交換器 30 はまた、スweepガス供給源 16 とアノード入口 14 との間のスweepガス供給流路 18 内に配置される。したがって、外部流路 28 とスweepガス供給流路 18 とは、いずれも第 1 の熱交換器 30 を通過し、第 1 の熱交換器 30 内で熱交換する。

【0068】

上述したように、外部流体流 26、ひいては外部流路 28 は、熱エネルギーを含むことが予想される。したがって、スweepガス供給流路 18 の熱量が少ない場合には、スタック 12 に流入する前に第 1 の熱交換器 30 内で熱がスweepガス供給流路 18 に伝達される。これは、アノード入口 14 における高温スweepガス供給源 16 が電解スタック 12 における電解槽反応にとって好ましいので、有益であり得る。

【0069】

いくつかの状況において、スweepガス供給流路 18 は、外部流路 28 よりも高い温度を有する。したがって、第 1 の熱交換器 30 における熱伝達は、スweepガス供給流路 18 から外部流路 28 へと行われる。これは、例えば、スタック 12 およびシステム 10 を冷却するためにスweepガス供給流路 18 の温度を低下させない限り、一般的に望ましくないことが予想される。

【0070】

システム 10、より具体的にはスweepガス供給流路 18 に熱を供給するために外部流体流 26 を使用することは、スweepガス供給流路 18 またはシステム 10 の他の部品に熱を供給するためにシステム 10 内のいかなるプロセスにも依存しないので有益である。特に、システム 10 が始動中であるとき、電解スタック 12 内の電解槽反応は、熱を全く/あまり発生させない。したがって、外部流体流 26 は、独立してシステム 10 に熱エネルギーを供給することができ、システム 10 の運転状態に依存しない。

【0071】

図 1 には、アノード出口流路 24 が、第 1 の排出口 22 に進む前に第 2 の熱交換器 32 を通過することも示されている。この第 2 の熱交換器 32 も、スweepガス供給流路 18 内に配置される。第 2 の熱交換器 32 は、第 1 の熱交換器 30 とアノード入口 14 との間のスweepガス供給流路 18 内に配置される。したがって、アノード出口流路 24 とスweepガス供給流路 18 とが、第 2 の熱交換器 32 において熱交換する。

【0072】

アノード出口流路 24 は、アノード出口 20 から排ガスを運ぶことができる。アノード出口 20 からの排ガスは、熱エネルギーを含み得る。特に、システム 10 の運転中、排ガスは、高品位熱（例えば、約 550）を含み得る。したがって、排ガスからの熱を第 2 の熱交換器 32 内のスweepガス供給流路 18 の加熱に利用することができる。これは、

10

20

30

40

50

スタック 1 2 内の電解反応の効率を高めるために、高温のアノード入口 1 4 にスイープガスを供給するのに有益である。

【 0 0 7 3 】

スイープガス供給流路 1 8 には、第 1 のヒータ 3 4 が設けられる。これは、第 2 の熱交換器 3 2 とアノード入口 1 4 との間に位置決めされる。第 1 のヒータ 3 4 は、スイープガス供給流路 1 8 内のスイープガス供給源 1 6 の温度を高くするために使用される。第 1 のヒータ 3 4 は、必要に応じて、電気ヒータまたは燃焼式ヒータであり得る。第 1 のヒータ 3 4 は、必要に応じてスイープガス供給流路 1 8 をさらに加熱する。これは、入口ヒータまたはスイープガスヒータと呼ばれ得る。

【 0 0 7 4 】

第 1 および第 2 の熱交換器 3 0、3 2 における熱伝達能力が高い状況では、第 1 のヒータ 3 4 において供給される熱エネルギーの量を少なくすることができる。一方、第 1 および第 2 の熱交換器 3 0、3 2 における熱伝達能力が低い場合、第 1 のヒータ 3 4 において供給される熱エネルギーの量は多くなる。これは、システム 1 0 が電解スタック 1 2 内の電解反応においてあまり熱エネルギーを生成しない始動中に有益であり得る。

【 0 0 7 5 】

第 1 のヒータ 3 4 は、スタック 1 2 内の一貫した効率的な電解槽反応を確実にするために、アノード入口 1 4 における温度を微調整するための少量の熱を供給するので、トリムヒータとも呼ばれる。

【 0 0 7 6 】

バイパス流路 3 6 は、スイープガス供給流路 1 8 に接続した形で示されている。バイパス流路 3 6 は、その第 1 の端部 3 8 において、スイープガス供給源 1 6 と第 1 の熱交換器 3 0 との間のスイープガス供給流路 1 8 上の点に接続される。したがって、第 1 の端部 3 8 は、第 1 の熱交換器 3 0 の上流側にある。バイパス流路 3 6 は、その第 2 の端部 4 0 において、第 2 の熱交換器 3 2 と第 1 のヒータ 3 4 との間の点に接続される。したがって、第 2 の端部は、第 2 の熱交換器 3 2 の下流側にある。

【 0 0 7 7 】

バイパス流路 3 6 は、第 1 および第 2 の熱交換器 3 0、3 2 をバイパスする。このことにより、スイープガス供給流路 1 8 は、熱交換器との熱交換を回避することができる。これは、外部流路 2 8 および / またはアノード出口流路 2 4 内の熱エネルギーがスイープガス供給流路 1 8 に必要とされないレベルである場合に有益であり得る。このような状況は、流路が低温であるかもしれない始動時、またはスイープガス供給流路 1 8 への熱の伝達が必要ではなく、スイープガス供給源 1 6 がシステム 1 0 を冷却するために使用されているクールダウン中を含み得る。

【 0 0 7 8 】

バイパス流路 3 6 は、制御弁などによって操作可能である。制御弁は、開閉するための特定の設定に設定された機械的または電氣的制御弁であってもよいし、または手動で操作されてもよい。コントローラ、すなわちプロセッサおよびメモリを含むコントローラは、必要に応じて特定の状況で制御弁を動作させるようにプログラム可能である。

【 0 0 7 9 】

上記は図 1 に示されるように提示されるが、特定の変形形態が可能であることが強調される。特に、第 1 の熱交換器 3 0、第 2 の熱交換器 3 2、第 1 のヒータ 3 4、およびバイパス流路 3 6 の有無は、システム 1 0 の機能に対して必要に応じて変更可能である。例えば、外部流体流 2 6 が高品位熱である場合など、状況によっては、第 2 の熱交換器 3 2 が必要とされない場合がある。

【 0 0 8 0 】

燃料供給源 4 2 が設けられ、電解スタック 1 2 に設けられたカソード入口 4 4 に接続される。カソード入口 4 4 は、電解スタック 1 2 のカソードへの入口である。それらの間の接続は、燃料供給流路 5 6 であり、燃料供給源 4 2 においてシステム 1 0 内に入り、カソード入口 5 6 に至る燃料の流れ、パイプ、またはラインを形成する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 1 】

電解スタック 1 2 はさらに、電解スタック 1 2 のカソードからの出口であるカソード出口 4 8 を備える。カソード出口 4 8 は、カソード出口流路 5 4 によって第 2 の排出口 4 6 に接続される。

## 【 0 0 8 2 】

スタック 1 2 内の電解槽反応は、燃料供給源 4 2 に供給され、カソード入口 4 4 において電解スタック 1 2 に送られる燃料を必要とする。燃料は、一般に水または蒸気であり、反応の生成物、すなわち一般に水素が生成されるのはカソードの位置である。したがって、カソード出口 4 8 で出力され、カソード出口流路 5 4 を介して第 2 の排出口 4 6 に送られるのは水素である。第 2 の排出口 4 6 の出力は、必要なプロセスで使用するために捕捉される。

10

## 【 0 0 8 3 】

図 1 では、燃料供給源 4 2 とカソード入口 4 4 との間の燃料供給流路 5 6 内に第 3 の熱交換器 5 0 が設けられる。さらに、カソード出口流路 5 4 が、カソード出口 4 8 とカソード出口流路 5 4 の第 2 の排出口 4 6 との間で第 3 の熱交換器 5 0 に接続される。したがって、カソード出口流路 5 4 と燃料供給流路 4 2 との間で熱交換が行われる。

## 【 0 0 8 4 】

その結果、この熱エネルギーを利用して燃料供給流路 5 6 を加熱することができる。これは、電解槽反応に蒸気を使用することが好ましく、したがって燃料が高い熱エネルギーを有することが好ましいので、有益であり得る。したがって、第 3 の熱交換器 5 0 では、カソード出口流路 5 4 から燃料供給流路 5 6 に熱エネルギーを伝達することができる。この熱交換器 5 0 は、復熱式熱交換器と呼ばれ得る。

20

## 【 0 0 8 5 】

また、これは、第 2 の排出口 4 6 における生成物（例えば、水素）が、他のプロセスに送出するために、より低い熱エネルギーを有することが好ましいので、有益であり得る。したがって、生成物からの熱の伝達は有益である。

## 【 0 0 8 6 】

燃料供給流路 5 6 には、流路を加熱するための第 2 ヒータ 5 2 が設けられる。第 2 のヒータ 5 2 は、第 3 の熱交換器 5 0 とカソード入口 4 4 との間に位置決めされる。したがって、第 2 のヒータ 5 2 は、燃料入口 4 2 の下流側にある。第 2 のヒータ 5 2 は、必要に応じて、電気ヒータまたは燃焼式ヒータであり得るという点で、第 1 のヒータ 3 4 と同様である。第 2 のヒータ 5 2 は、必要に応じて燃料供給流路 5 6 をさらに加熱する。

30

## 【 0 0 8 7 】

第 3 の熱交換器 5 0 における熱伝達能力が高い状況では、第 2 のヒータ 5 2 において供給される熱エネルギーの量を少なくすることができる。一方、第 3 の熱交換器 5 0 における熱伝達能力が低い場合、第 2 のヒータ 5 2 において供給される熱エネルギー量を多くすることができる。これは、システム 1 0 が電解スタック 1 2 内の電解槽反応においてあまり熱エネルギーを生成しない始動中に有益であり得る。

## 【 0 0 8 8 】

第 2 のヒータ 5 2 は、スタック 1 2 内の一貫した効率的な電解槽反応を確実にするために、カソード入口 4 4 における温度を微調整するための少量の熱を供給するので、第 1 のヒータ 3 4 と同じ理由で、トリムヒータとも呼ばれる。

40

## 【 0 0 8 9 】

第 3 の熱交換器 5 0 および第 2 のヒータ 5 2 の追加は任意であり、これらの各々は、システム 1 0 の所望の機能および効率のために必要に応じて、第 1 の熱交換器 3 0、第 2 の熱交換器 3 2、第 1 のヒータ 3 4、およびバイパス流路 3 6 などの他の構成要素によって異なり得る。

## 【 0 0 9 0 】

図 2 を参照すると、図 1 に示されるような電解槽システム 1 0 が示されている。ただし、アノード出口流路 2 4 には、第 3 のヒータ 5 8 が設けられている。第 3 のヒータ 5 8 は

50

、アノード出口 2 0 と第 2 の熱交換器 3 2 との間のアノード出口流路 2 4 内に位置決めされる。

【 0 0 9 1 】

第 3 のヒータ 5 8 は、アノード出口流路 2 4 内のアノード排ガスを加熱するために設けられた電気ヒータまたは燃焼式ヒータである。これは、アノード排ガスが低品位熱を有するとき（例えば、始動中または暖機中）など、スweepガス供給流路 1 8 のためのさらなる加熱を行うのに有益であり得る。

【 0 0 9 2 】

第 3 のヒータ 5 8 はさらに、アノード出口 2 0 と第 3 のヒータ 5 8 との間のアノード出口流路 2 4 を加熱することができる。これは、アノード出口流路 2 4 を通過する逆流によって実現され得る。逆流は、例えば、外部流体流 2 6 から供給され得る。したがって、外部流路 2 8 は第 3 のヒータ 5 8 によって加熱され得る。アノード出口 2 0 への逆流を使用するアノード出口流路 2 4 の加熱は、始動中および運転前にシステム 1 0 およびスタック 1 2 を加熱するのに有用であり得る。

【 0 0 9 3 】

フル運転中、アノード出口 2 0 におけるアノード排ガスが高温である場合、第 3 のヒータ 5 8 は必要とされないことがある。その結果、第 3 のヒータ 5 8 によってアノード出口流路 2 4 を加熱する必要性が低減される。第 3 のヒータ 5 8 はさらに、必要に応じて、アノード出口流路 2 4 に様々な加熱をもたらすように制御され得る。

【 0 0 9 4 】

図 3 を参照すると、図 1 に示されるような電解槽システム 1 0 が示されている。ただし、図 3 では、第 1 の熱交換器 3 0 の位置は、第 2 の熱交換器 3 2 の位置と逆になっている。すなわち、第 2 の熱交換器 3 2 は第 1 の熱交換器 3 0 の上流側に位置決めされ、第 2 の熱交換器はスweepガス入口 1 6 と第 1 の熱交換器 3 0 との間に位置決めされ、第 1 の熱交換器は第 2 の熱交換器 3 2 とアノード入口 1 4 との間に位置決めされる。それぞれの熱交換器への接続は同じままであり、すなわち、外部流体流 2 6 からの外部流路 2 8 は、第 1 の熱交換器 3 0 と流体接続された状態のままである。同様に、アノード出口 2 0 から第 1 の排出口 2 2 へのアノード出口流路 2 4 は、第 2 の熱交換器 3 2 と流体連通している。

【 0 0 9 5 】

第 1 および第 2 の熱交換器 3 0 、 3 2 の順番の変更は、アノード排ガスおよびスweepガス供給源 1 6 との熱交換の後に、外部流体流 2 6 およびスweepガス供給源 1 6 との熱交換が好ましい状況を可能にする。これは、外部流体流 2 6 が、例えば高品位熱である場合に有益であり得る。

【 0 0 9 6 】

図 4 を参照すると、図 1 に示されるような電解槽システム 1 0 が示されている。図 4 では、第 4 の熱交換器 6 0 が燃料供給流路 5 6 内に設けられている。第 4 の熱交換器 6 0 は、第 3 の熱交換器 5 0 の下流側、すなわち第 3 の熱交換器 5 0 とカソード入口 4 4 との間に、または第 2 のヒータ 5 2 が設けられる場合には第 3 の熱交換器 5 0 と第 2 のヒータ 5 2 との間に位置決めされる。

【 0 0 9 7 】

第 4 の熱交換器 6 0 はさらに、第 2 の外部流路 6 4 と流体接触している。第 2 の外部流路 6 4 は、電解槽システム 1 0 のプロセスとは別に生成される流路である。第 2 の外部流路 6 4 は、システム 1 0 の外部にある供給源からの第 2 の外部流体流 6 2 から形成される。外部流体流 2 6 と第 2 の外部流体流 6 2 は別々に示されているが、これらの流れは同じであってもよい。このような場合、流れの分割は、電解槽システム 1 0 内で、またはシステム 1 0 の外側で行うことができる。

【 0 0 9 8 】

第 2 の外部流路 6 4 は、第 4 の熱交換器 6 0 を介して燃料供給流路 5 6 との間で熱交換を行う。第 2 の外部流体流 6 2 が熱エネルギーを含む場合、これは、第 4 の熱交換器 6 0 内に伝達されて、カソード入口 4 4 を通って電解スタック 1 2 内に供給するための燃料供

10

20

30

40

50

給流路 5 6 に熱を供給することができる。より高温の燃料は、電解槽反応を補助することができる。これは、カソード出口流路 5 4 内の生成物が熱エネルギーを全く有していないか、または低い熱エネルギーを有しており、したがって、第 3 の熱交換器 5 0 を通して熱を回復するために使用されるほど効果的ではない場合の始動中に有益であり得る。

【 0 0 9 9 】

図 5 を参照すると、図 4 に示されるような電解槽システム 1 0 が示されている。ただし、図 5 では、第 4 の熱交換器 6 0 の位置は、第 3 の熱交換器 5 0 と逆になっている。したがって、第 4 の熱交換器 6 0 は、燃料供給流路 5 6 において第 3 の熱交換器 5 0 の上流側にあり、第 4 の熱交換器 6 0 は、燃料供給源 4 2 と第 3 の熱交換器 5 0 との間にある。同様に、第 3 の熱交換器は、第 4 の熱交換器 6 0 と燃料供給流路 5 6 内のカソード入口 4 4 (または、第 2 のヒータ 5 2 が設けられている場合には第 2 のヒータ 5 2 ) との間にある。

10

【 0 1 0 0 】

熱交換器の流体接続は同じままである、すなわち、第 4 の熱交換器 6 0 は、第 2 の外部流路 6 4 と燃料供給流路 5 6 との間で熱交換するために第 2 の外部流路 6 4 に接続されている。同様に、第 3 の熱交換器 5 0 は、カソード出口流路 5 4 に接続され、カソード出口流路 5 4 と燃料供給流路 5 6 との間で熱交換を行う。

【 0 1 0 1 】

第 3 および第 4 の熱交換器 5 0、6 0 の逆転により、第 2 の外部流体流 6 2 を、カソード出口流路 5 4 からの熱の前に燃料供給流路 5 6 に供給することが可能になる。これは、第 2 の外部流体流 6 2 がより低品位の熱を有し、熱交換器の各々における温度交換を低減するために、カソード出口 4 8 からのより高品位の熱の前にこの熱を交換することが望ましい場合に有益であり得る。

20

【 0 1 0 2 】

図 6 を参照すると、図 2 に示されるような電解槽システム 1 0 が示されている。ここでは、アノード出口流路 2 4 内の第 3 のヒータ 5 8 が設けられている。

【 0 1 0 3 】

加えて、図 6 では、アノード出口流路 2 4 内に位置決めされ、様々なポートを通る流れを切り換えるように構成された切換弁 6 6 が設けられている。切換弁 6 6 は、アノード出口 2 0 と第 2 の熱交換器 3 2 との間に位置決めされる。より具体的には、第 3 のヒータ 5 8 が存在する場合、切換弁 6 6 は、アノード出口 2 0 と第 3 のヒータ 5 8 との間のアノード出口流路 2 4 内に位置決めされる。

30

【 0 1 0 4 】

切換弁 6 6 は、外部流路 2 8 へのさらなる接続を有する。したがって、切換弁 6 6 は、アノード出口流路 2 4 のスタック部 7 2 と、アノード出口流路 2 4 のバーナ部 7 4 と、外部流路 2 8 との間で流れを切り換えることができる。

【 0 1 0 5 】

外部流路 2 8 を切換弁 6 6 に接続するために多くの手段を使用することができるが、一実施例では、分岐ライン 7 0 (分岐流路)を使用することができる。分岐ライン 7 0 は、外部流路 7 0 から直接切換弁 6 6 に接続する。分岐ライン 7 0 は、外部流路、分岐パイプ、延長線、またはダクトとも呼ばれ得る。

40

【 0 1 0 6 】

切換弁 6 6 はさらに、別の接続部に接続され得る。別の接続部は、第 3 の排出口 6 8 である。このことにより、切換弁 6 6 を通る流れは、第 3 の排出口 6 8 にも向けられ得、第 3 の排出口 6 8 は、一般に、他の構成要素から離れた位置にあり、システム 1 0 の外部にあり得る。

【 0 1 0 7 】

切換弁 6 6 は、必要な運転に応じて、以下のような多くの方法で利用され得る。  
( i ) スタック 1 2 が暖機され、ベース負荷で動作しているときなどのシステム 1 0 の通常運転において、切換弁 6 6 は、アノード出口流路 2 4 のスタック部 7 2 とバーナ部 7 4

50

とを接続して、アノード出口 20 と第 2 の熱交換器 32 との間の接続を形成する。これは、高温アノード排ガスを使用して第 2 の熱交換器 32 においてスweepガス供給源を加熱することができ、したがって、復熱器として機能する通常運転中に有益である。

【0108】

この構成における第 3 のヒータ 58 はさらに、暖機段階中などに第 2 の熱交換器で使用するために、またはアノード出口 20 への逆流を加熱してスタック 12 を暖めるために、アノード出口流路 24 に追加の熱エネルギーを供給するのに使用され得る。

【0109】

(ii) 暖機運転において、切換弁 66 は、分岐ライン 70 をアノード出口流路 24 のスタック部 72 に接続することができる。これは、外部流体流 26 からの熱を使用して、スタック 12 を含むアノード出口 20 およびアノード出口流路 24 を加熱することができる。

10

【0110】

加えて、または代替として、切換弁 66 は、分岐ライン 70 をアノード出口流路 24 のバーナ部 74 に接続することができる。このことにより、外部流体流 26 からの高温流が両方の熱交換器を通過し、始動中または暖機運転中などにスweepガス供給流路 18 を暖めることが可能になる。このモードはまた、第 3 のヒータ 58 からの熱を使用して外部流体流 26 を加熱し、アノード出口流路 24 のスタック部 72 を加熱するための逆流を形成することができる。

【0111】

(iii) クールダウン運転において、切換弁 66 は、アノード出口流路 24 のスタック部 72 を第 3 の排出口 68 に接続することができる。このことにより、第 2 の熱交換器 32 内で熱交換を行わずに、アノード出口 20 からのアノード排ガスを第 3 の排気口 68 を通して排出することができる。

20

【0112】

このような運転モードは、電解スタック 12 がクールダウンされ、その結果、第 2 の熱交換器 32 における熱の回復がもはや必要とされない場合に有益であり得る。このモードはさらに、フル運転中など、アノード出口 20 からの排ガスの温度が構成要素の熱限界を超えるときにも運転可能である。

【0113】

切換弁 66 は 4 つの接続ポートを有する形で示されているが、切換弁 66 は、必要に応じて 1 つまたは複数の接続を可能にするために、多くの方法で構成され得ることが理解されよう。切換弁 66 は、流れを必要な方向に切り換えるために特定の値に設定された機械的または電氣的制御弁であり得る、または手動で操作され得る。いくつかの状況では、コントローラ、すなわちプロセッサおよびメモリを含むコントローラは、必要に応じて切換弁 66 を動作させるようにプログラム可能である。

30

【0114】

図 7 を参照すると、図 1 に示され、他の図の特徴を組み合わせた、上記で説明したような電解槽システム 10 が示されている。例えば、上述したように、外部流体流 26 および第 2 の外部流体流 62 は、同じ供給源からのものであってもよい。ここでは、外部流体流 26、62 が同じ供給源から供給され、その後、第 1 の熱交換器 30 に接続するための外部流路 28 と、第 4 の熱交換器 60 に接続するための第 2 の外部流路 64 とに分割されることが示されている。したがって、第 1 および第 4 の熱交換器 30、60 は、スweepガス供給源および燃料供給源のそれぞれとの熱伝達のために同じ熱供給源を使用する。

40

【0115】

第 3 のヒータ 58 も図 7 に示されている。しかしながら、燃焼バーナなどを用いて第 3 のヒータ 58 に燃料を供給することができるバーナ燃料供給ライン 80 が設けられる。第 3 のヒータ 58 は、アノード排ガスが低温であるときの運転中にバーナ燃料供給ライン 80 を動作させるだけでよいことが理解されよう。供給ラインは、バーナ燃料供給流路とも呼ばれ得る。

50

## 【 0 1 1 6 】

カソード出口流路 5 4 には、アノード出口 4 8 と第 2 の排出口 4 6 との間にカソード出口分岐流路 7 6 (分岐流路 7 6) が設けられている。分岐流路 7 6 は、アノード出口 2 0 と第 3 のヒータ 5 8 との間のアノード出口流路 2 4 に接続される。したがって、分岐流路 7 6 は、アノード出口流路 2 4 に生成物 (例えば、水素ガス) を供給することができる。この分岐流路 7 6 は、カソード出口 4 8 からの生成物を第 3 のヒータ 5 8 に供給することを可能にする。そのため、第 3 のヒータ 5 8 には、バーナ燃料供給ライン 8 0 を使用せずに、電解スタック 1 2 の直接生成物を使用することができる。

## 【 0 1 1 7 】

スタック 1 2 の下流側に第 3 のヒータ 5 8 を含むことにより、生成物 (例えば、水素) をカソード出口流路 5 4 からブリードオフして、電気加熱を必要とせずに第 2 の熱交換器 3 2 におけるスweepガス供給温度を上昇させることが可能になる。システム 1 0 の始動中、専用の水素流または他の可燃燃料流をバーナ燃料供給ライン 8 0 から供給することができる。

10

## 【 0 1 1 8 】

システム 1 0 の要件に応じてカソード出口流路 5 4 から第 3 のヒータ 5 8 への生成物の流れを制御するために、ブリード弁 7 8 が分岐流路 7 6 に設けられる。ブリード弁 7 8 は、流れを必要な方向に切り換えるために特定の値に設定された機械的または電氣的制御弁であり得る、または手動で操作され得る。いくつかの状況では、コントローラ、すなわちプロセッサおよびメモリを含むコントローラは、必要に応じてブリード弁 7 8 を動作させるようにプログラム可能である。

20

## 【 0 1 1 9 】

分岐流路 7 6 は、カソード出口流路 5 4 に沿った任意の場所に位置決めされ得、第 3 の熱交換器 5 0 の前、すなわち上流側、または第 3 の熱交換器 5 0 と第 2 の排出口 4 6 との間、すなわち第 3 の熱交換器 5 0 の下流側のいずれかに位置決めされ得る。生成物は、第 3 のヒータ 5 8 内で燃焼される場合、高温である必要はない。したがって、分岐流路の前で熱交換することが好ましい場合がある。

## 【 0 1 2 0 】

全体として、電解槽システムの設計は、始動中、標準運転中、およびクールダウン中の熱回収および熱交換の使用を改善して、電解スタック内のより効率的な反応、およびプロセスからの他の未利用の熱の効率的な使用を可能にする。

30

## 【 0 1 2 1 】

本発明は、上記の実施形態のみに限定されず、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、他の実施形態が当業者に容易に明らかになるであろう。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 2 2 】

- 1 0 電解槽システム
- 1 2 電解スタック
- 1 4 アノード入口
- 1 6 スweepガス供給源
- 1 8 スweepガス供給流路
- 2 0 アノード出口
- 2 2 第 1 の排出口
- 2 4 アノード出口流路
- 2 6 外部流体流
- 2 8 外部流路
- 3 0 第 1 の熱交換器
- 3 2 第 2 の熱交換器
- 3 4 第 1 のヒータ
- 3 6 バイパス流路

40

50

- 3 8 バイパス流路の第 1 の端部
- 4 0 バイパス流路の第 2 の端部
- 4 2 燃料供給源
- 4 4 カソード入口
- 4 6 第 2 の排出口
- 4 8 カソード出口
- 5 0 第 3 の熱交換器
- 5 2 第 2 のヒータ
- 5 4 カソード出口流路
- 5 6 燃料供給流路
- 5 8 第 3 のヒータ
- 6 0 第 4 の熱交換器
- 6 2 第 2 の外部流体流
- 6 4 第 2 の外部流路
- 6 6 切換弁
- 6 8 第 3 の排出口
- 7 0 分岐ライン
- 7 2 (アノード出口流路の) スタック部
- 7 4 (アノード出口流路の) バーナ部
- 7 6 カソード出口分岐流路
- 7 8 プリード弁
- 8 0 バーナ燃料供給ライン

10

20

【 図 面 】

【 図 1 】

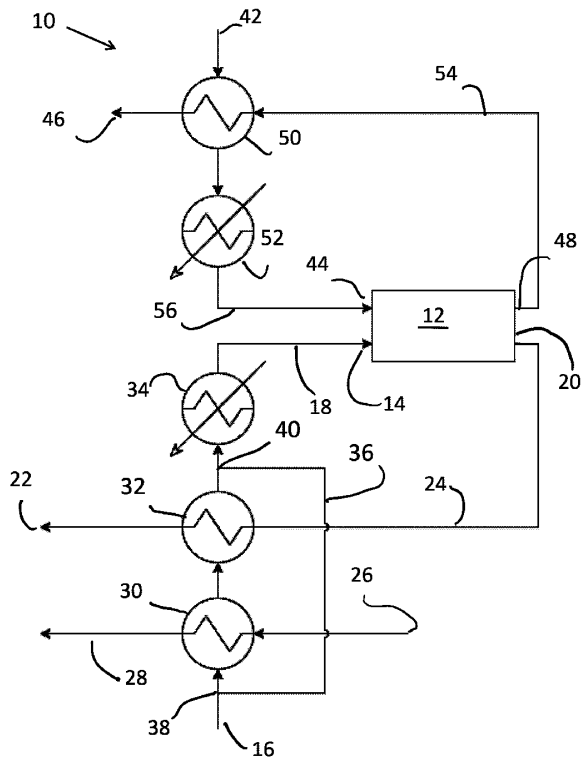


FIG. 1

【 図 2 】

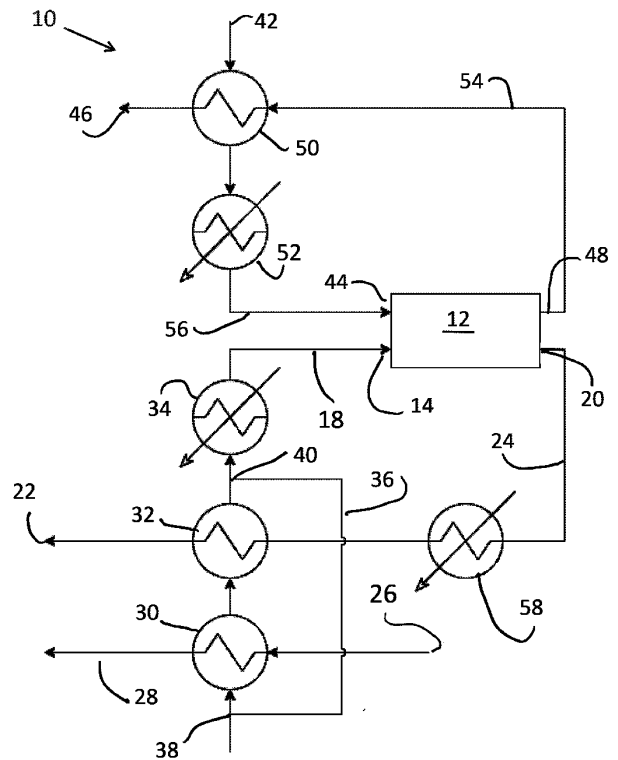


FIG. 2

30

40

50

【 図 3 】

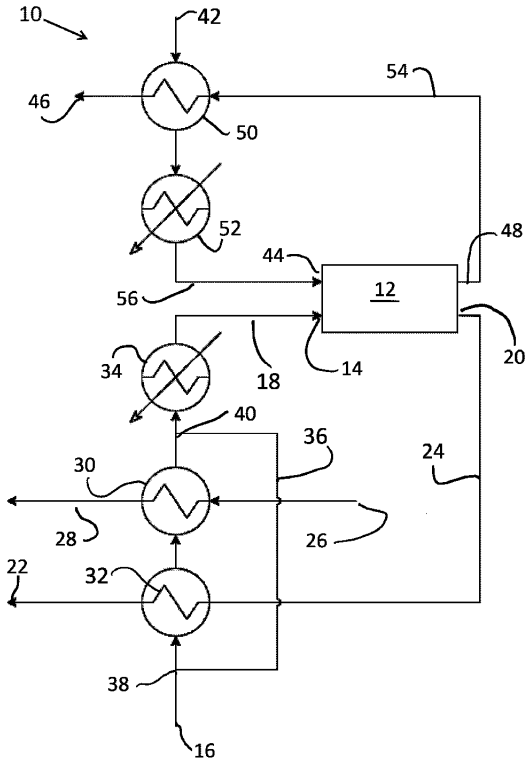


FIG. 3

【 図 4 】

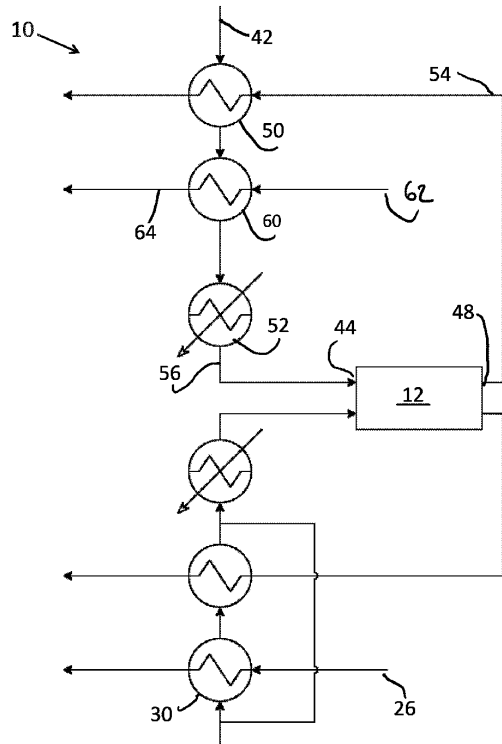


FIG. 4

10

20

【 図 5 】

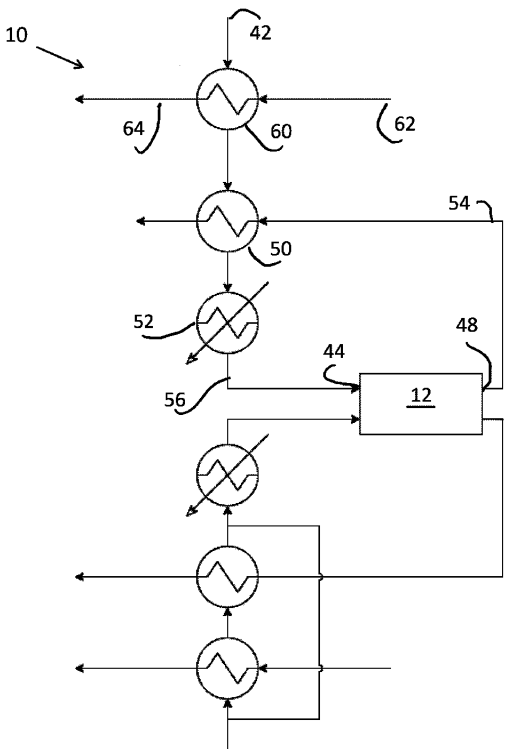


FIG. 5

【 図 6 】

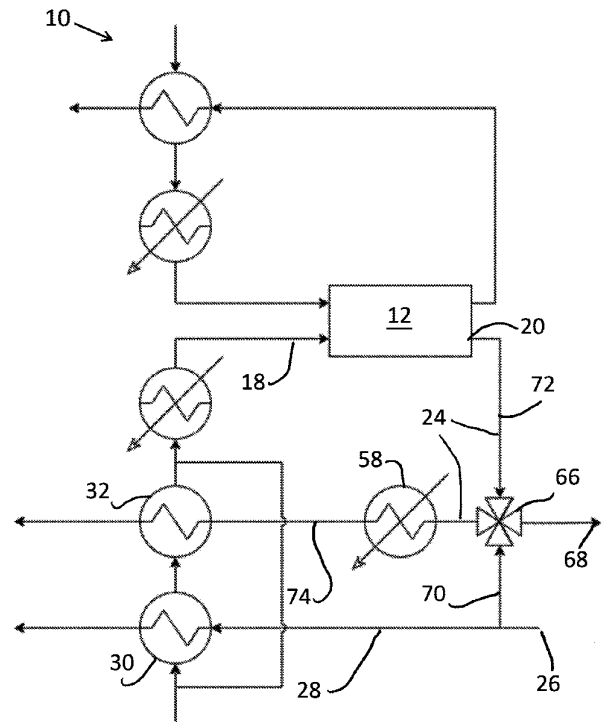


FIG. 6

30

40

50

【 7 】

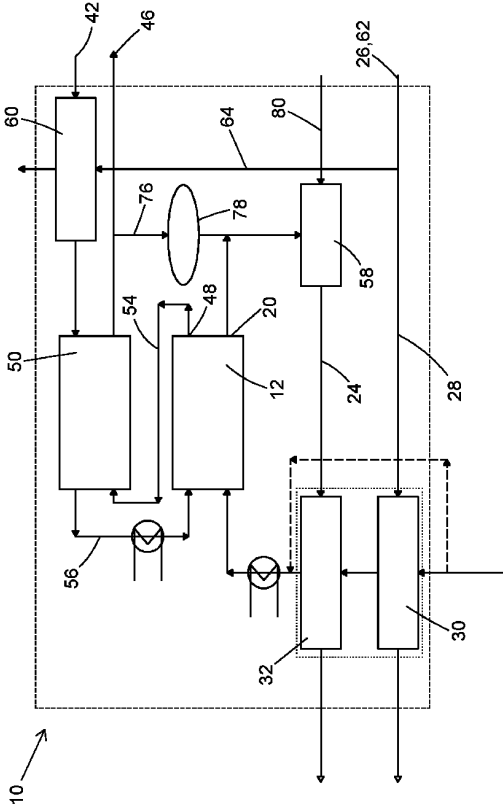


FIG. 7

10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/GB2022/051965

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
INV. C25B1/042 C25B9/70 C25B15/021		
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C25B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3 725 917 A1 (SUNFIRE GMBH [DE]) 21 October 2020 (2020-10-21) the whole document -----	1-18
X	EP 3 050 148 A1 (CONVION OY [FI]) 3 August 2016 (2016-08-03) the whole document -----	1-18
X	US 2014/272734 A1 (BRAUN ROBERT J [US] ET AL) 18 September 2014 (2014-09-18) the whole document -----	1, 13
X	US 2014/194539 A1 (HAMMAD AHMAD D [SA] ET AL) 10 July 2014 (2014-07-10) the whole document -----	1, 13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search <b>4 January 2023</b>	Date of mailing of the international search report <b>13/01/2023</b>	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <b>Juhart, Matjaz</b>	

10

20

30

40

1

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2022/051965

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
<b>EP 3725917</b>	<b>A1</b>	<b>21-10-2020</b>	
		<b>EP 3725917 A1</b>	<b>21-10-2020</b>
		<b>EP 3956497 A1</b>	<b>23-02-2022</b>
		<b>WO 2020211904 A1</b>	<b>22-10-2020</b>
-----			
<b>EP 3050148</b>	<b>A1</b>	<b>03-08-2016</b>	
		<b>CN 105580178 A</b>	<b>11-05-2016</b>
		<b>EP 3050148 A1</b>	<b>03-08-2016</b>
		<b>JP 6374965 B2</b>	<b>15-08-2018</b>
		<b>JP 2016537782 A</b>	<b>01-12-2016</b>
		<b>KR 20160049037 A</b>	<b>04-05-2016</b>
		<b>US 2016204454 A1</b>	<b>14-07-2016</b>
		<b>WO 2015040270 A1</b>	<b>26-03-2015</b>
-----			
<b>US 2014272734</b>	<b>A1</b>	<b>18-09-2014</b>	
		<b>NONE</b>	
-----			
<b>US 2014194539</b>	<b>A1</b>	<b>10-07-2014</b>	
		<b>CN 104919023 A</b>	<b>16-09-2015</b>
		<b>EP 2941475 A1</b>	<b>11-11-2015</b>
		<b>JP 6092426 B2</b>	<b>08-03-2017</b>
		<b>JP 2016511296 A</b>	<b>14-04-2016</b>
		<b>KR 20150103268 A</b>	<b>09-09-2015</b>
		<b>SG 11201504619S A</b>	<b>30-07-2015</b>
		<b>US 2014194539 A1</b>	<b>10-07-2014</b>
		<b>US 2016097138 A1</b>	<b>07-04-2016</b>
		<b>WO 2014107561 A1</b>	<b>10-07-2014</b>
-----			

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N  
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,  
CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,J  
M,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY  
,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,T  
H,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100191086

弁理士 高橋 香元

(72)発明者 ライリー , ジョシュア

イギリス国 , ホーシャム ウェスト サセックス アールエイチ 1 3 5 ピーエックス , ファウンド  
リー レーン , バイキング ハウス , セレス インテレクチュアル プロパティ カンパニー リミテ  
ッド内

(72)発明者 ヴィアナ , ジョアン クラウディオ ブザティ

イギリス国 , ロンドン イーシー 2 アール 6 ピーピー , 4 1 ムーアゲイト , アルテン リミテッド内

F ターム ( 参考 ) 4K021 AA01 BA02 BC05 CA12 DB48

【要約の続き】

する方法に関する。

【選択図】 図 1