



(43) Date de la publication internationale
11 octobre 2012 (11.10.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/136936 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01M 8/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2012/050738

(22) Date de dépôt international :

5 avril 2012 (05.04.2012)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1152929 5 avril 2011 (05.04.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SNEC-
MA [FR/FR]; 2 Boulevard du Général Martial Valin, F-
75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LE GONI-
DEC, Serge [FR/FR]; 50 Rue de Verdun, F-27200 Vernon
(FR). RUTARD, Fabrice [FR/FR]; 3 Rue Saint Sulpice,
F-27260 Bois Jerome (FR). AMARI, Moussa [FR/FR]; 6
Chemin Perrin, F-27950 Saint Pierre D'aultils (FR).

(74) Mandataires : HENRICH, Christel et al.; Cabinet BEAU
DE LOMENIE, 158 Rue de l'Université, F-75340 Paris
Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SYSTEM FOR PRODUCING ENERGY COMPRISING A FUEL-CELL STACK AND A PRESSURE-REGULATING SYSTEM

(54) Titre : SYSTEME DE PRODUCTION D'ENERGIE COMPRENANT UNE PILE A COMBUSTIBLE ET UN SYSTEME DE REGULATION DE PRESSION

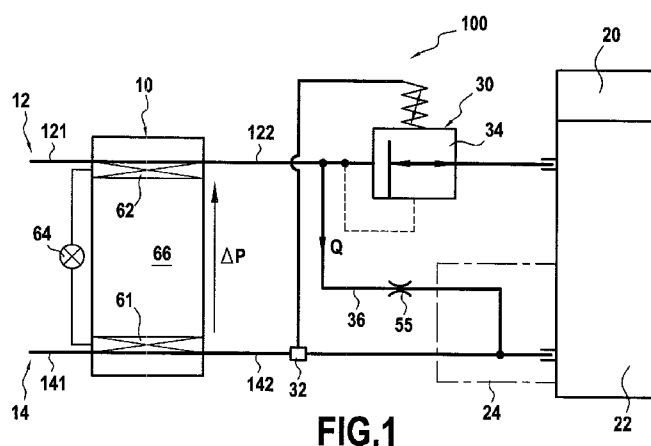


FIG.1

(57) Abstract : The present invention relates to a system for producing energy comprising a fuel-cell stack (10), a first circuit (12) for flowing an oxidant gas, a second circuit (14) for flowing a combustible gas, and a system (30) for regulating the pressure differential (ΔP) between said first and second circuits. The regulating system (30) comprises: at least one pressure-regulating device (34) fitted to the first circuit (12), at the outlet of the fuel-cell stack (10), the second circuit (14) not being provided with a pressure-regulating device; and at least one pressure sensor (32) connected to the second circuit (14) in order to measure a pressure value in the second circuit (14). The pressure-regulating device (34) acts on the first circuit (12) depending on the pressure value measured in the second circuit (14), so that a pressure differential (ΔP) between the first and second circuits is kept constant.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2012/136936 A1



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

La présente invention concerne un système de production d'énergie comprenant une pile à combustible (10), un premier circuit de circulation (12) pour un gaz comburant, un second circuit de circulation (14) pour un gaz combustible, et un système de régulation (30) du différentiel de pression (ΔP) entre lesdits premier et second circuits. Le système de régulation (30) comporte au moins un dispositif de régulation de pression (34) monté sur le premier circuit (12), en sortie de la pile à combustible (10), le second circuit (14) étant dépourvu de dispositif de régulation de pression, et au moins un capteur de pression (32) relié au second circuit (14), pour mesurer une valeur de pression dans le second circuit (14). Le dispositif de régulation de pression (34) s'exerce sur le premier circuit (12) en fonction de la valeur de pression mesurée dans le second circuit (14), de façon à conserver un différentiel de pression (ΔP) constant entre le premier et le second circuit.

SYSTEME DE PRODUCTION D'ENERGIE COMPRENANT UNE PILE A COMBUSTIBLE ET UN SYSTEME DE REGULATION DE PRESSION

5 Domaine technique

La présente invention concerne un système de production d'énergie.

Plus particulièrement, la présente invention concerne un système de production d'énergie comprenant une pile à combustible, un premier circuit de circulation de gaz comburant (oxydant), un second circuit de circulation de gaz combustible (réducteur), et un système de régulation du différentiel de pression entre lesdits premier et second circuits.

Arrière-plan de l'invention

Une pile à combustible met en œuvre une réaction d'oxydoréduction électrochimique avec production simultanée d'électricité. A cette fin, la pile à combustible comprend deux électrodes - une anode et une cathode - pour faire circuler le courant électrique, et une membrane ou autre paroi d'échange bloquant le passage des électrons et laissant passer les ions.

Les électrodes de la pile doivent être alimentées respectivement avec un combustible, en général de l'hydrogène, et avec un comburant, à savoir de l'oxygène (issu par exemple d'un flux d'air introduit dans le cœur de la pile).

A cet effet, la pile est reliée à un premier circuit de circulation de gaz comburant et à un second circuit de circulation de gaz combustible. Le premier circuit comporte une conduite d'alimentation de la pile en gaz comburant et, en sortie de la pile, une conduite d'évacuation de gaz comburant. Le second circuit de gaz combustible comporte une conduite d'alimentation de la pile en un gaz combustible et, en sortie de la pile, une conduite d'évacuation de gaz combustible.

L'hydrogène n'existant pas à l'état naturel, il est généralement produit sous forme gazeuse par un dispositif auxiliaire appelé « reformeur », à partir d'un composé hydrocarboné tel que du méthanol, de l'éthanol, etc., réagissant avec de l'eau et/ou de l'air en présence d'un catalyseur.

Le principe de fonctionnement de la pile à combustible est bien connu : L'hydrogène arrivé à l'anode, il se dissocie en protons et en électrons, lesquels électrons, bloqués par la membrane, sont contraints d'emprunter un circuit extérieur, ce qui génère un courant électrique.

5 Les protons rencontrent, eux, les électrons et le dioxygène (pur ou provenant de l'air) chargé à la cathode, pour former de l'eau, et des résidus gazeux (dioxygène notamment).

Certaines catégories de piles à combustible sont très sensibles au différentiel de pression entre le réseau fluide relié à l'anode (second
10 circuit de circulation de gaz combustible) et le réseau fluide relié à la cathode (premier circuit de circulation de gaz comburant). Lorsque ce différentiel de pression est trop important, il arrive par exemple que la membrane de la pile à combustible se détériore.

Pour garantir un bon fonctionnement de la pile à combustible, il
15 est donc nécessaire de conserver entre ces deux réseaux un différentiel de pression raisonnable, par exemple compris entre 0 et 50 mbar, et maîtrisé.

On connaît déjà des dispositifs de régulation de la pression dans les systèmes de production d'énergie à pile à combustible. Dans ces systèmes, des régulateurs situés respectivement sur le circuit de
20 circulation de combustible et sur le circuit de circulation de comburant de la pile et pilotés par logiciel ou par des mécanismes hydromécaniques, agissent sur des vannes du circuit, en sortie de pile, pour réguler la pression.

Ces systèmes permettent de maintenir constant le différentiel de
25 pression entre les circuits de circulation de combustible et de comburant, en contrôlant la pression moyenne dans chacun des deux circuits.

Le contrôle de pression implique le blocage ou le relâchement du gaz dans les circuits. Comme la chute de pression dans la pile à combustible est faible, on peut généralement considérer que la pression
30 en sortie de pile est sensiblement égale à celle à l'entrée de la pile. Il est donc usuel de contrôler la pression en sortie de pile, comme indiqué précédemment, pour régler la pression dans la pile à combustible.

En régulant la pression à la fois dans le circuit de circulation de combustible et dans celui de comburant, les systèmes de l'art antérieur
35 risquent cependant d'entraîner une réduction excessive du débit dans le circuit de circulation de combustible, ce qui peut conduire à une baisse de

rendement de la pile à combustible. Par ailleurs, ces systèmes connus sont, pour la plupart, automatisés, ce qui les rend complexes à fabriquer et relativement onéreux.

Objet et résumé de l'invention

5 Au vu de ce qui précède, la présente invention concerne un système de production d'énergie comprenant une pile à combustible, un premier circuit de circulation de gaz comburant, et un second circuit de circulation de gaz combustible, dans lequel le différentiel de pression entre le circuit de combustible et le circuit de comburant peut être maîtrisé
10 simplement, sans toutefois influencer sur le rendement de la pile.

 Ce but est atteint grâce à un système de production d'énergie comprenant une pile à combustible, un premier circuit de circulation pour alimenter la pile en gaz comburant et récupérer les résidus de gaz comburant à une sortie de la pile, un second circuit de circulation pour
15 alimenter la pile en gaz combustible et récupérer les résidus de gaz combustible à une sortie de la pile, et un système de régulation du différentiel de pression entre lesdits premier et second circuits, le système de production d'énergie étant caractérisé en ce que le système de régulation comporte au moins un dispositif de régulation de pression
20 monté sur le premier circuit, en sortie de la pile à combustible, le second circuit étant dépourvu de régulateur de pression ; et au moins un capteur de pression relié au second circuit, pour mesurer une valeur de pression dans le second circuit, et en ce que le dispositif de régulation de pression s'exerce sur le premier circuit en fonction de la valeur de pression
25 mesurée dans le second circuit, de façon à conserver un différentiel de pression constant entre le premier et le second circuit.

 La pression n'étant pas régulée dans le second circuit de circulation de combustible, il n'y a pas de risque pour que le débit de combustible en sortie de pile soit réduit de manière excessive et que le
30 combustible soit bloqué dans la pile.

 Dans toute la présente demande, et sauf indication contraire, le différentiel de pression peut être nul ou non nul.

 Selon un exemple de réalisation de l'invention, lorsque le différentiel de pression doit être maintenu à une valeur constante et non
35 nulle, le dispositif de régulation de pression est précontraint en fonction du différentiel de pression souhaité.

Selon un autre exemple de réalisation, le dispositif de régulation de pression est un organe non commandé de l'extérieur (organe dit passif), c'est-à-dire fonctionnant sans apport d'énergie et sans contrôle externe. Par exemple, le dispositif de régulation de pression peut être un

5 régulateur de pression ou un régulateur de débit fonctionnant de façon autonome, sans automatisation, c'est-à-dire sans actionnement commandé. Un tel dispositif de régulation est moins cher et plus simple de mise en œuvre que les systèmes utilisant des logiciels et des actionnements électriques connus de l'art antérieur.

10 Selon un exemple de réalisation de l'invention, le capteur de pression est situé en amont de la pile à combustible. Dans ce cas, le dispositif de régulation de pression reste en aval de la pile à combustible, mais la prise d'informations sur le circuit de circulation de gaz combustible est réalisée en amont de la pile. Ceci permet d'avoir une régulation plus

15 fiable dans le cas où la chute de pression dans la pile à combustible est importante.

Selon la présente invention, on entend par capteur de pression tout dispositif permettant de mesurer une pression ou plus généralement de recueillir des informations représentatives de la pression à mesurer.

20 Notamment, le capteur de pression peut être un piquage de pression sur le circuit dont on souhaite mesurer la pression.

Selon un autre exemple de réalisation de l'invention, le capteur de pression est situé en aval de la pile à combustible. Cette disposition permet d'améliorer le temps de réponse du système de régulation.

25 La réaction d'oxydoréduction dans la pile à combustible étant exothermique, un échangeur thermique peut être prévu en sortie de pile afin de récupérer l'énergie thermique contenue dans les rejets gazeux, laquelle énergie thermique peut être utilisée par exemple dans un système de chauffage. Une chambre de combustion peut également être prévue

30 pour brûler les gaz résiduels, l'échangeur thermique permettant de récupérer la chaleur issue de cette combustion.

Ainsi, selon un exemple de réalisation, une chambre de combustion est située en aval de la pile à combustible et couplée à un échangeur thermique, ladite chambre de combustion étant alimentée par

35 les premier et second circuits de circulation de gaz.

Selon un exemple de réalisation, le système comprend un circuit de déviation de gaz comburant issu du premier circuit vers un autre composant, le dispositif de régulation de pression étant adapté pour dévier une partie du gaz comburant circulant dans le premier circuit vers ledit circuit de déviation.

Avantageusement, le système comprend une chambre de pré-mélange en amont de la chambre de combustion, et un tel circuit de déviation de gaz comburant issu du premier circuit vers ladite chambre de pré-mélange, la chambre de pré-mélange étant alimentée en gaz combustible par le second circuit de circulation de gaz et en gaz comburant par ledit circuit de déviation.

Du fait du différentiel de pression maintenu constant entre le premier et le second circuit par le dispositif de régulation, le circuit d'alimentation de la chambre de pré-mélange en gaz comburant peut générer un débit d'air constant, ce qui facilite l'allumage dans la chambre de pré-mélange.

Selon un exemple de réalisation, la pile à combustible selon l'invention est du type à oxyde solide aussi couramment appelées SOFC (« pour Solid Oxid Fuel Cell »).

Plusieurs exemples sont décrits dans le présent exposé. Toutefois, sauf précision contraire, les caractéristiques décrites en relation avec un exemple quelconque peuvent être appliquées à un autre exemple de réalisation.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif et sur lesquels:

- la figure 1 est une représentation schématique d'un système de production d'énergie selon un premier exemple de réalisation de la présente invention ;

- la figure 2 est une représentation schématique d'un système de production d'énergie selon un second exemple de réalisation de la présente invention ; et

- la figure 3 illustre un exemple de dispositif de régulation de pression pouvant être utilisé dans la présente invention.

Description détaillée d'exemples de réalisation

Sur la figure 1, on a représenté schématiquement un système de production d'énergie 100 selon un premier exemple de réalisation de l'invention, comprenant une pile à combustible 10 munie d'une anode 61, d'une cathode 62, d'un circuit séparé pour les électrons 64, et d'une membrane 66 séparant l'anode 61 et la cathode 62.

Le fonctionnement de la pile à combustible 10, déjà décrit dans la partie introductive de la présente demande, n'est pas décrit à nouveau.

Pour fonctionner (i.e. pour permettre une oxydoréduction électrochimique avec production d'électricité), l'anode et la cathode de la pile à combustible sont alimentées respectivement avec un gaz combustible, ici de l'hydrogène, et avec un gaz comburant, ici de l'oxygène.

A cet effet, le système 100 comprend une conduite 121 d'alimentation de la pile 10 en gaz comburant et une conduite 141 d'alimentation de la pile 10 en un gaz combustible.

L'hydrogène et l'oxygène en excès sont rejetés en sortie de pile, à moyenne ou à haute température, de même que des résidus hydrocarbonés du type monoxyde ou dioxyde de carbone, provenant notamment de l'élaboration de l'hydrogène lorsqu'il est issu d'un reformeur.

Pour traiter ces rejets gazeux, le système 100 comprend, en sortie de la pile 10, une conduite 122 d'évacuation de gaz comburant et une conduite 142 d'évacuation de gaz combustible.

Dans l'exemple, les résidus gazeux sont acheminés vers une chambre de combustion 22, pour y être brûlés, la chaleur issue de la combustion étant récupérée dans un échangeur thermique 20.

Dans toute la présente description, on appellera « ligne comburant » 12 le circuit de circulation pour du gaz comburant destiné à alimenter la pile 10 en gaz comburant et à récupérer les résidus de gaz comburant. Elle est constituée, dans l'exemple, des conduites 121 et 122.

De la même manière, on appellera « ligne combustible » 14 le circuit de circulation pour du gaz combustible destiné à alimenter la pile en gaz combustible et à récupérer les résidus de gaz combustible. Elle est constituée, dans l'exemple, des conduites 141 et 142.

Deux conditions à respecter pour le bon fonctionnement de la pile à combustible 10 sont le maintien, dans la ligne comburant 12, d'une pression PA supérieure à celle PH de la ligne combustible, et le maintien d'un différentiel de pression ΔP entre les lignes comburant 12 et combustible 14 constant et inférieur à une certaine valeur limite, par exemple 50 mBar.

De préférence, la pile à combustible 10 selon la présente invention est du type à oxyde solide aussi couramment appelées SOFC (« pour Solid Oxid Fuel Cell ») ou tout autre type de pile à combustible dans laquelle la contrainte de pression n'est pas primordiale (i.e. le différentiel de pression ΔP nécessite d'être régulé, mais les valeurs de pression PA et PH dans les lignes comburant et combustible peuvent sensiblement varier sans que cela pose problème).

Pour remplir les deux conditions précédentes (PA supérieure à PH, et ΔP limité et constant), le système 100 comprend en outre un système de régulation 30.

Comme illustré schématiquement sur la figure 1, le système de régulation 30 comprend un capteur de pression 32 de la pression PH sur la ligne combustible 14. Dans l'exemple, ce capteur de pression 32 est situé en aval de la pile à combustible 10, sur la conduite 142 d'évacuation de gaz combustible.

Le système de régulation 30 comprend en outre un dispositif de régulation de pression 34, destiné à contrôler et réguler la pression PA dans la ligne comburant 12 en fonction de la valeur de pression PH mesurée par le capteur de pression 32.

Le dispositif de régulation de pression 34 est avantageusement un dispositif pneumo-mécanique, notamment un limiteur de pression piloté par la pression observée sur la ligne 14. Un exemple d'un tel dispositif sera décrit plus en détail en référence à la figure 3.

Grâce au système de régulation 30, la pression dans la ligne comburant 12 est modifiée en accord avec l'évolution de la pression de la ligne combustible 14, quels que soient les débits, et le différentiel de pression ΔP entre les lignes comburant 12 et combustible 14 peut être maîtrisé.

Dans l'exemple, un filet d'air est en outre prélevé sur la ligne comburant 12 et dévié vers un circuit parallèle 36 afin d'alimenter une

chambre de pré-mélange 24 située en amont de la chambre de combustion 22, où il est mélangé avec tout l'hydrogène en excès provenant de la pile à combustible 10. Une restriction 55 sur le circuit 36 permet de ne prélever qu'un débit d'air Q minime, n'influant pas sur la

5 valeur de pression dans le circuit de circulation de comburant 12.

Un pré-mélange peut être réalisé en amont de la chambre de combustion 22 de l'échangeur thermique 20, comme illustré sur la figure 1 par la jonction entre les circuits 36 et 14 à l'intérieur de la chambre de pré-mélange 24. Ce pré-mélange facilite la combustion. Il permet en effet

10 d'optimiser l'homogénéité du mélange combustible/comburant nécessaire à la stabilité de combustion dans la chambre de combustion 22. Plus précisément, ce pré-mélange peut contribuer à obtenir un mélange plus proche d'un point stoechiométrique permettant d'établir l'équivalent d'une veilleuse en sortie de la chambre de pré-mélange 24 pour ensuite finir la

15 combustion dans la chambre 22 avec l'air résiduel issu de la ligne 122.

Le débit Q à l'intérieur du circuit parallèle 36 dépend du différentiel de pression ΔP entre les lignes combustible et comburant, et de la section d'écoulement dans la ligne 36. A section d'écoulement constante et différentiel de pression constant, le débit dans ce circuit

20 parallèle est constant. Le système de régulation 30 permet donc indirectement de garantir un débit constant dans la ligne 36, en maintenant un différentiel de pression ΔP constant entre les circuits de circulation de combustible 14 et de comburant 12. Il convient cependant, pour que le débit d'écoulement dans ce circuit parallèle 36 soit constant et

25 dans le bon sens, que le différentiel de pression ΔP entre la ligne comburant 12 et la ligne combustible 14 soit non nul et positif. Dans certains modes de réalisation, on pourra faire varier la section d'écoulement dans la ligne 36, sous l'effet d'une microvanne pilotée ou d'un régulateur de débit piloté (i.e. commandé de l'extérieur), en fonction

30 de la pression ou du débit dans la ligne combustible, de sorte à rester dans un rapport combustible/comburant acceptable à l'intérieur de la chambre de pré-mélange 24.

Un exemple de dispositif pneumo-mécanique pouvant être utilisé comme dispositif de régulation de pression va à présent être décrit

35 plus en détail en liaison avec la figure 3.

Le dispositif 34 comprend ici un système d'actionnement mécanique 40 d'une valve 50 placée sur la ligne comburant 12.

Le système d'actionnement 40 comprend deux chambre 41, 42, séparées l'une de l'autre par une plaque 44 montée pivotante autour d'un
5 axe 45, et délimitées respectivement par des soufflets 41a, 42a.

La première chambre 41 est alimentée en gaz combustible par le piquage de pression 32 sur la ligne combustible 14.

La seconde chambre 42 est soumise à une pression de référence qui est celle de la ligne comburant 12, à laquelle elle est reliée
10 par un piquage de pression 38.

A son extrémité opposée aux chambres 41, 42, la plaque 44 est reliée, par une articulation 46, à une tige d'actionnement 48 qui est montée coulissante dans une ouverture du conduit de la ligne comburant 12 et qui est terminée par un clapet 52 apte à obturer ledit conduit.

Sur la figure 3, la tige 48 se termine par une portion évasée 52
15 apte à obturer un orifice 54, le clapet 52 et l'orifice 54 formant une valve permettant de contrôler la section d'écoulement sur la ligne comburant.

Lorsque la plaque 44 pivote sous l'effet des variations de pression dans la ligne combustible (et donc des variations de volume de la
20 première chambre 41), la tige d'actionnement 48 se déplace, la valve est actionnée, et la section d'écoulement sur la ligne comburant, modifiée.

Ainsi par exemple, lorsque la pression sur la ligne combustible augmente, la plaque 44 se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre et la tige se déplace vers le bas (en considérant le schéma de la figure
25 3). Le clapet 52 se rapproche de l'orifice 54, ce par quoi la section d'écoulement sur la ligne comburant est réduite, et la pression, augmentée.

Dans les cas où le différentiel de pression ΔP doit être non nul, le dispositif de régulation de pression 34 peut également être associé à
30 une précontrainte (ou offset) représentative du différentiel de pression ΔP souhaité. Sur le plan technologique, cette précontrainte correspond à un effort supplémentaire appliqué au composant qui assure la balance du champ de pression entre les lignes combustible et comburant. Dans le dispositif pneumo-mécanique selon l'exemple précité, la plaque 44 assure
35 cette balance, et peut par exemple être précontrainte au moyen d'une

masse, d'un ressort. Selon un autre exemple de réalisation, l'un des soufflets peut présenter par défaut une pression prédéterminée.

On notera que la précontrainte appliquée au dispositif de régulation de pression permet, le cas échéant, de garantir un débit
5 minimal Q dans le circuit de déviation 36, qui alimente la chambre de pré-mélange 24 en gaz comburant.

La figure 2 illustre un système de production d'énergie 100' muni d'une pile à combustible 10, selon un deuxième exemple de réalisation de l'invention. Les éléments structurels identiques à ceux du
10 premier mode de réalisation comportent les mêmes références numériques.

Ce deuxième mode de réalisation se différencie de celui de la figure 1 uniquement en ce que le piquage de pression sur la ligne combustible 14 est réalisé en amont de la pile 10, sur la conduite 141
15 d'alimentation de la pile 10 en gaz combustible. Cela est particulièrement avantageux lorsque la chute de pression dans la pile à combustible 10 est importante, de sorte qu'une mesure de pression réalisée en aval de la pile ne serait pas suffisamment représentative de la situation à l'intérieur de la pile.

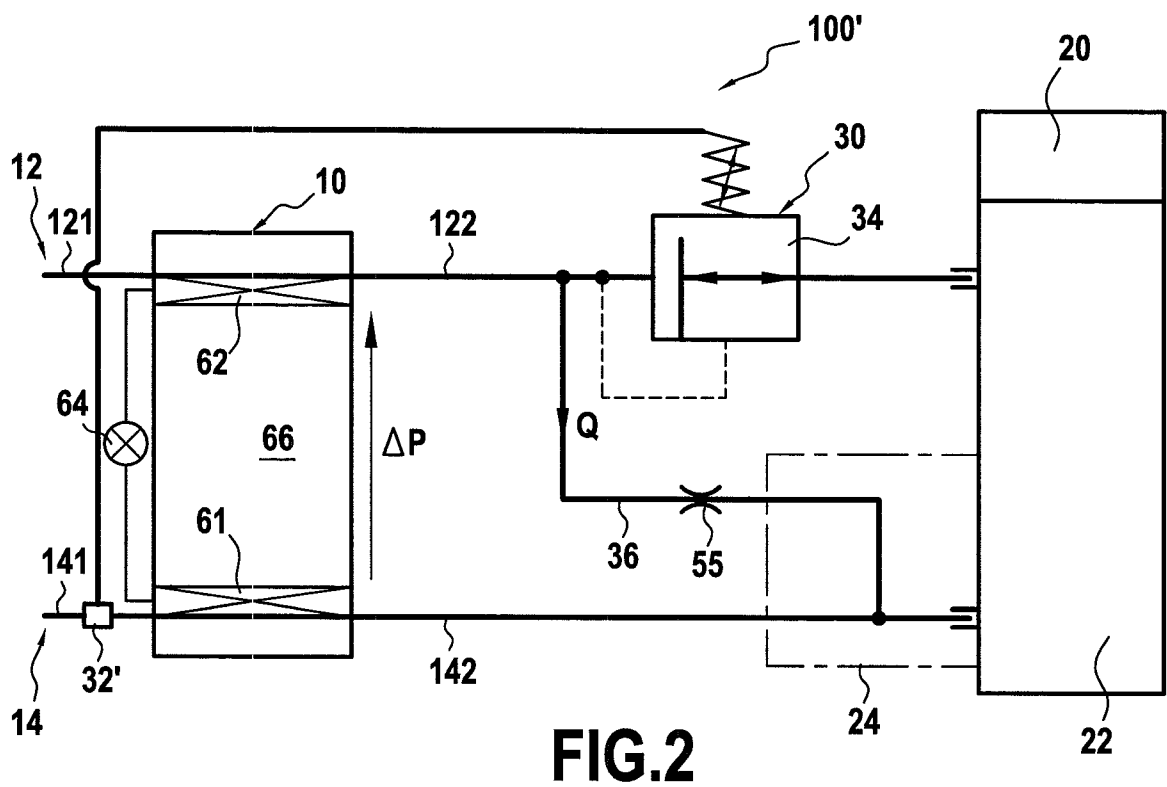
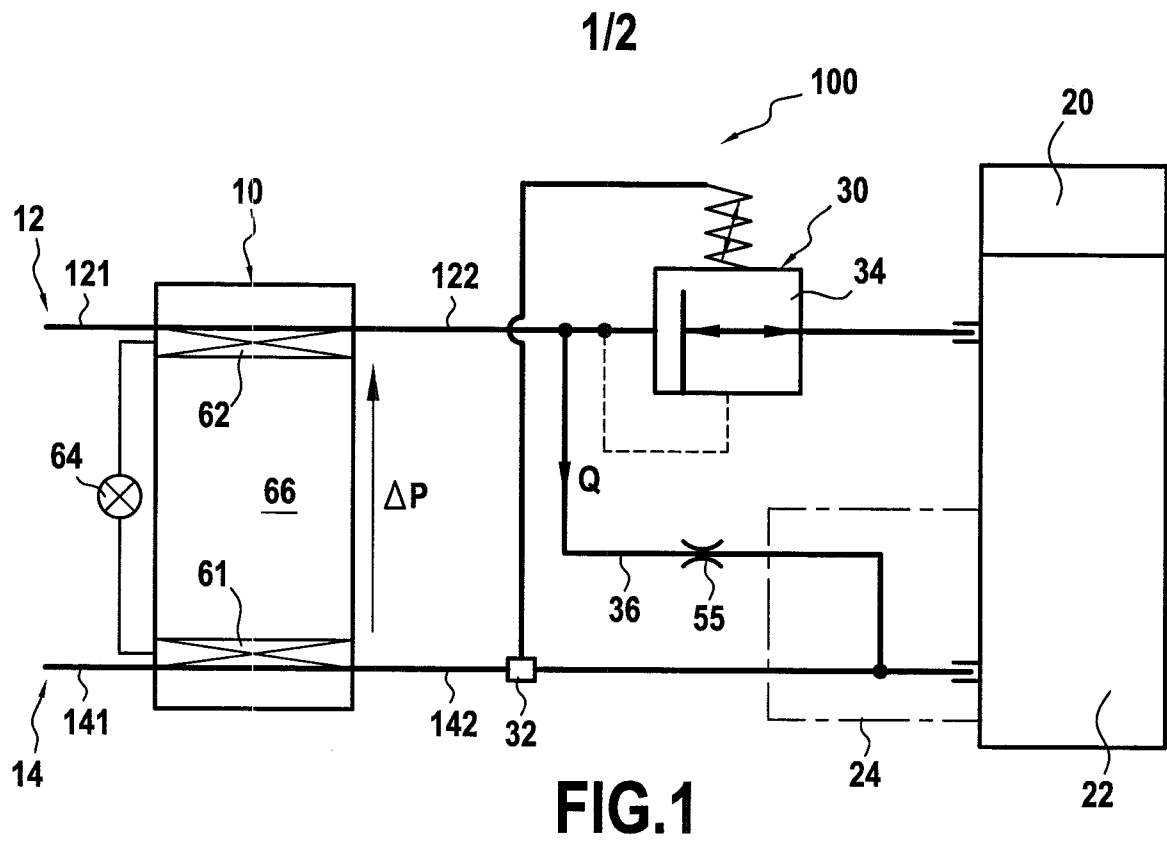
20

REVENDEICATIONS

1. Système de production d'énergie comprenant une pile à combustible (10), un premier circuit de circulation (12) pour un gaz comburant destiné à alimenter la pile en gaz comburant et à récupérer les résidus de gaz comburant à une sortie de la pile, un second circuit de circulation (14) pour un gaz combustible destiné à alimenter la pile en gaz combustible et à récupérer les résidus de gaz combustible à une sortie de la pile, et un système de régulation (30) du différentiel de pression (ΔP) entre lesdits premier et second circuits,
- caractérisé en ce que le système de régulation (30) comporte
- au moins un dispositif de régulation de pression (34) monté sur le premier circuit (12), en sortie de la pile à combustible (10), le second circuit (14) étant dépourvu de dispositif de régulation de pression, et
 - au moins un capteur de pression (32) relié au second circuit (14), pour mesurer une valeur de pression (PH) dans le second circuit (14), et
- en ce que le dispositif de régulation de pression (34) s'exerce sur le premier circuit (12) en fonction de la valeur de pression (PH) mesurée dans le second circuit (14), de façon à conserver un différentiel de pression (ΔP) constant entre le premier et le second circuit.
2. Système selon la revendication 1, comprenant en outre une chambre de combustion (22) située en aval de la pile à combustible (10) et couplée à un échangeur thermique (20), ladite chambre de combustion (22) étant alimentée par les premier et second circuits de circulation de gaz.
3. Système selon la revendication 2, comprenant en outre une chambre de pré-mélange (24) en amont de la chambre de combustion (22), et un circuit de déviation (36) de gaz comburant issu du premier circuit (12) vers ladite chambre de pré-mélange

(24), la chambre de pré-mélange (24) étant alimentée en gaz combustible par le second circuit de circulation de gaz (14) et en gaz comburant par ledit circuit de déviation (36).

- 5 4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le dispositif de régulation de pression (34) est précontraint en fonction du différentiel de pression (ΔP) souhaité.
- 10 5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le capteur de pression (32) est situé en amont de la pile à combustible (10).
- 15 6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le capteur de pression (32) est situé en aval de la pile à combustible (10).
- 20 7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif de régulation de pression (34) est un organe non commandé de l'extérieur.



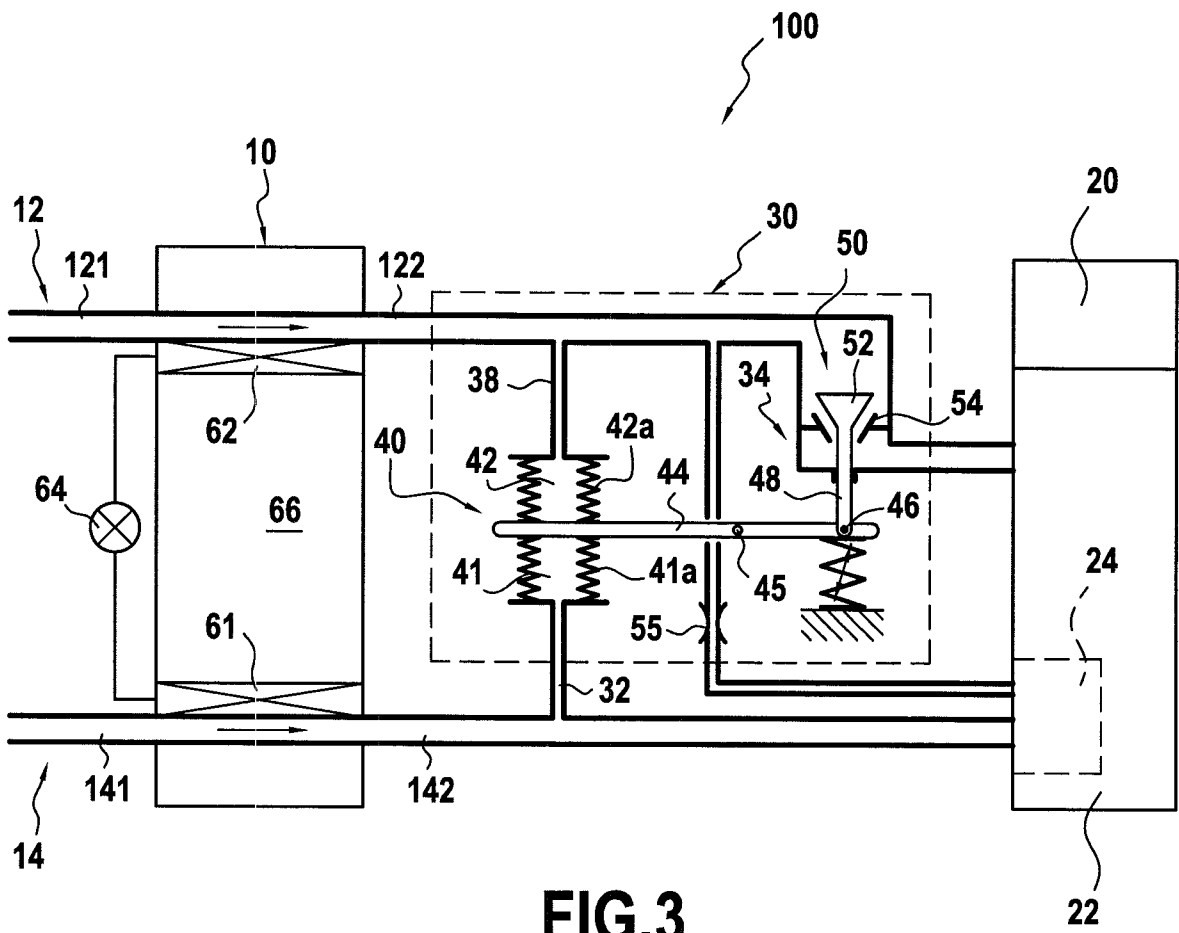


FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M8/04 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 258 934 A2 (BALLARD POWER SYSTEMS [DE] NUCELLSYS GMBH [DE]) 20 November 2002 (2002-11-20)	1,4,6,7
Y	paragraphs [0009] - [0016]; figure 1 -----	2,3
X	JP 59 068178 A (TOSHIBA KK) 18 April 1984 (1984-04-18)	1,5,6
Y	abstract; figure 1 -----	2,3
A	US 2007/184319 A1 (LIMBECK UWE [DE] ET AL) 9 August 2007 (2007-08-09) the whole document -----	1-6
A	DE 100 10 394 A1 (MANNESMANN AG [DE]) 6 September 2001 (2001-09-06) the whole document -----	1-6
-/-		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 June 2012	Date of mailing of the international search report 03/07/2012	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Goldbacher, Ute	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/050738

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/137285 A1 (MELTSER MARK A [US]) 15 July 2004 (2004-07-15) paragraphs [0023] - [0026]; figure 1 paragraph [0023] - paragraph [0026] -----	2,3
Y	WO 2005/081709 A2 (FUELCELL ENERGY INC [US]) 9 September 2005 (2005-09-09) page 7, line 20 - page 8, line 20; figure 1 -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/050738

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1258934	A2	20-11-2002	DE 10123923 A1 21-11-2002
			EP 1258934 A2 20-11-2002
			US 2003012991 A1 16-01-2003

JP 59068178	A	18-04-1984	NONE

US 2007184319	A1	09-08-2007	DE 102006005175 A1 25-10-2007
			US 2007184319 A1 09-08-2007

DE 10010394	A1	06-09-2001	DE 10010394 A1 06-09-2001
			WO 0165619 A2 07-09-2001

US 2004137285	A1	15-07-2004	NONE

WO 2005081709	A2	09-09-2005	CN 1906778 A 31-01-2007
			EP 1723685 A2 22-11-2006
			JP 2007519204 A 12-07-2007
			KR 20060120245 A 24-11-2006
			WO 2005081709 A2 09-09-2005

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050738

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01M8/04
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 258 934 A2 (BALLARD POWER SYSTEMS [DE] NUCELLSYS GMBH [DE]) 20 novembre 2002 (2002-11-20) alinéas [0009] - [0016]; figure 1	1,4,6,7
Y	-----	2,3
X	JP 59 068178 A (TOSHIBA KK) 18 avril 1984 (1984-04-18)	1,5,6
Y	abrégé; figure 1	2,3
A	-----	
A	US 2007/184319 A1 (LIMBECK UWE [DE] ET AL) 9 août 2007 (2007-08-09) le document en entier	1-6
A	-----	
A	DE 100 10 394 A1 (MANNESMANN AG [DE]) 6 septembre 2001 (2001-09-06) le document en entier	1-6

	-/-	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 juin 2012

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/07/2012

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Goldbacher, Ute

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050738

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2004/137285 A1 (MELTSER MARK A [US]) 15 juillet 2004 (2004-07-15) alinéas [0023] - [0026]; figure 1 alinéa [0023] - alinéa [0026] -----	2,3
Y	WO 2005/081709 A2 (FUELCELL ENERGY INC [US]) 9 septembre 2005 (2005-09-09) page 7, ligne 20 - page 8, ligne 20; figure 1 -----	3

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050738

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1258934	A2	20-11-2002	DE 10123923 A1	21-11-2002
			EP 1258934 A2	20-11-2002
			US 2003012991 A1	16-01-2003

JP 59068178	A	18-04-1984	AUCUN	

US 2007184319	A1	09-08-2007	DE 102006005175 A1	25-10-2007
			US 2007184319 A1	09-08-2007

DE 10010394	A1	06-09-2001	DE 10010394 A1	06-09-2001
			WO 0165619 A2	07-09-2001

US 2004137285	A1	15-07-2004	AUCUN	

WO 2005081709	A2	09-09-2005	CN 1906778 A	31-01-2007
			EP 1723685 A2	22-11-2006
			JP 2007519204 A	12-07-2007
			KR 20060120245 A	24-11-2006
			WO 2005081709 A2	09-09-2005
