

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0617766-2 A2**



(22) Data de Depósito: 25/10/2006
(43) Data da Publicação: 02/08/2011
(RPI 2117)

(51) *Int.Cl.:*
H01M 8/04 2006.01
H01M 8/02 2006.01
H01M 8/24 2006.01
H01M 8/00 2006.01
H01M 8/08 2006.01
H01M 8/10 2006.01

(54) Título: **AERONAVE COM UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL E MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL EM UMA AERONAVE**

(30) Prioridade Unionista: 27/10/2005 DE 10 2005 051 583.5

(73) Titular(es): Airbus Deutschland GMBH

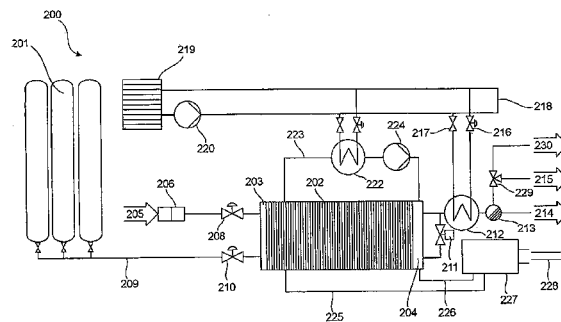
(72) Inventor(es): Hans-Jürgen, Hansgeorg Schuldzig, Harald Gründel, Jann Claus Hoff

(74) Procurador(es): NELLIE ANNE DANIEL SHORES

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006010287 de 25/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/048591 de 03/05/2007

(57) Resumo: AERONAVE COM UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL E MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL EM UMA AERONAVE Trata-se de um sistema de célula de combustível para aeronave com uma cabina de passageiro compreendendo uma célula de combustível. A célula de combustível compreende uma primeira conexão de entrada, uma primeira conexão de saída, uma face catodo e uma face anodo, onde a primeira conexão de entrada é formada como a conexão de entrada da face catodo e onde a primeira conexão de saída é formada como a conexão de saída da face catodo. Além disso, o sistema de célula de combustível é projetado de tal maneira que, na primeira conexão de entrada, é aplicado um gás com uma pressão, que corresponde a uma pressão de ar na máquina de passageiro.



Pat 20090085816

R.0617766-2

"AERONAVE COM UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL
E MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL EM
UMA AERONAVE"

A presente invenção reivindica o benefício da data
5 do depósito do Pedido de Patente Alemão No. 10 2005 051
583.5, depositado em 27 de outubro de 2005, cuja descrição
encontra-se incorporada ao presente à guisa de referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção proporciona um sistema de cé-
10 lula de combustível para suprir sistemas de aeronave, um
sistema de suprimento de água para aeronave, e um método pa-
ra acionar um sistema de célula de combustível de aeronave.
Especificamente, um sistema de célula de combustível que
também é adequado para suprir água.

15 ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Na tecnologia de aeronave atual, são conhecidas as
montagens para produzir água a bordo de qualquer aeronave
usando células de combustível. Com tais montagens, uma in-
teração parcial ou completa de uma unidade de produção de
20 água, por exemplo, na forma de uma ou mais células de com-
bustível de temperatura alta, pode ser proporcionada no mo-
tor de uma aeronave, de maneira que as câmaras de combustão
do motor da aeronave sejam completa ou parcialmente substi-
tuídas pelas células de combustível de temperatura alta.

25 Uma unidade de suprimento de energia a bordo de
uma aeronave, por exemplo, está descrita no Documento DE
19821952. Essa aeronave compreende uma célula de combustí-
vel, onde é usado para o suprimento de ar da célula de com-
bustível, ar descarregado ou escapado do dispositivo de con-

trole de clima da aeronave ou ar externo de aeronave. Com relação a isso, cada módulo de célula de combustível é conectado contra a corrente de uma unidade de suprimento de ar, que, compreende especificamente um compressor / unidade
5 dilatadora para comprimir o ar suprido para as células de combustível, bem como para reciclar energia proveniente do ar aquecido que sai das células de combustível, um filtro de ar e um amortecedor de som.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

10 Pode ser necessário proporcionar um sistema de célula de combustível eficiente para suprir uma aeronave, um sistema de suprimento de água para aeronave, um método eficiente para operar um sistema de célula de combustível em uma aeronave e uma aeronave com um sistema de célula de com-
15 bustível.

Essa necessidade pode ser atendida por um sistema de célula de combustível para uma aeronave, um sistema de suprimento de água para uma aeronave, um método para operar um sistema de célula de combustível em uma aeronave e por
20 uma aeronave com um sistema de célula de combustível, de acordo com as características das reivindicações independentes da patente.

Em uma modalidade exemplificativa, um sistema de célula de combustível com uma cabina de passageiro compreende uma célula de combustível. A célula de combustível com-
25 preende uma primeira conexão de entrada, uma primeira conexão de saída, uma face catodo e uma face anodo, onde a primeira conexão de entrada é formada como uma conexão de en-

trada da face catodo e onde a primeira conexão de saída é formada como uma conexão de saída da face catodo. Adicionalmente o sistema de célula de combustível é formado de tal maneira que na primeira conexão de saída pode ser aplicado
5 um gás, que corresponde a uma pressão de ar na máquina de passageiro ou cabina de passageiro.

Em outra modalidade exemplificativa, um método para operar um sistema de célula de combustível em uma aeronave, onde o sistema de célula de combustível compreende uma
10 célula de combustível, onde a célula de combustível compreende uma primeira conexão de entrada, uma primeira conexão de saída, uma face catodo e uma face anodo, onde a primeira conexão de entrada é formada como uma conexão de entrada da face catodo e onde a primeira conexão de saída é formada como a conexão de saída da face catodo, inclui a aplicação de
15 uma pressão negativa na conexão de saída da célula de combustível. Adicionalmente, o método inclui a sucção de gás na face catodo da célula de combustível pela pressão negativa.

20 Em outra modalidade exemplificativa, um sistema de suprimento de água para uma aeronave compreende um sistema de célula de combustível de acordo com uma modalidade exemplificativa da invenção, um tanque de combustível, um conversor e um cambiador térmico, onde o conversor está configurado como um conversor DC/DC/AC, isto é, como um conversor
25 de corrente direta / corrente direta / corrente alternada, onde o cambiador térmico está configurado de tal maneira que o calor produzido pelo sistema de célula de combustível pode

ser conduzido para longe do mesmo e onde o tanque de combustível está configurado de tal maneira que possa ser suprido combustível pelo mesmo para o sistema de célula de combustível.

5 Uma idéia básica da presente invenção pode ser considerada que é provido um sistema de célula de combustível para uma aeronave, que opera sem um compressor e/ou exaustor para o suprimento de ar do sistema de célula de combustível. O fluxo de ar requerido através da célula de com-
10 bustível pode ser recolhido através de uma pressão negativa, que é aplicada na conexão de saída da célula de combustível, na face catodo da célula de combustível. Uma característica particular para produzir um fluxo de ar requerido na face catodo, pode ser o provimento da aplicação de uma pressão
15 negativa na conexão de saída da célula de combustível, que está em uma face de descarga da célula de combustível.

Por meio do sistema de célula de combustível da presente invenção, pode ser possível proporcionar um sistema de célula de combustível para aeronave, que pode ser cons-
20 truído em uma maneira particularmente simples. Os componentes do sistema de célula de combustível podem também ser adequados para integrar e/ou assumir outras funções de uma aeronave e/ou funções de sistemas de uma aeronave.

Uma segunda idéia básica da invenção pode ser a
25 possibilidade de eliminação de um compressor, que pode levar à economia de peso e à redução da energia auxiliar elétrica dos próprios requisitos elétricos, bem como ao aumento da confiabilidade do sistema de célula de combustível pela eli-

minação dos componentes eletromecânicos.

Uma vantagem adicional do sistema de célula de combustível pode ser proporcionada no aumento da recuperação de água do catodo ar de descarga pela pressão negativa aplicada, onde a condensação de água pode ser reduzida na célula de combustível. Portanto, pode ser possível operar uma célula de combustível em temperaturas baixas. Com a diferença de temperatura constante no condensador do sistema de célula de combustível, pode ser possível projetar um condensador menor, uma vez que no catodo de descarga de ar pode ser armazenada maior quantidade de água. Portanto, o sistema de célula de combustível pode também ser adequado para uso em um sistema de suprimento de água em uma aeronave.

Um sistema de célula de combustível de acordo com a presente invenção pode preencher pelo menos uma das especificações existentes para um sistema de geração de água com base em uma célula de combustível no percurso de ar. O sistema de célula de combustível da presente invenção pode ser particularmente adequado para preencher especificações básicas que serão descritas subseqüentemente e podem diferir muito do estado atual da técnica para sistemas de geração de água para aplicações móveis. Tais especificações, por exemplo, podem residir em uma robustez, isto é, o sistema de geração de água deve funcionar confiavelmente e sem degradação sob condições ambientais em uma aeronave, e/ou em uma resistência ao frio, isto é, os sistemas de geração de água devem resistir a esses efeitos do frio na eventualidade da aeronave estacionar em regiões frias. Especificações adicionais

podem residir na capacidade de dar partida fria, isto é, os sistemas devem ser capazes de dar partida sob condições de congelação em um curto período de tempo, em uma longa existência, isto é, os sistemas devem funcionar por um número
5 mínimo definido de horas com energia constante, e/ou uma redução de peso, isto é, pesos de sistema são reduzidos a um mínimo, que é necessário para alcançar a funcionalidade e serve para manter especificações de força ou estabilidade. Além disso, podem existir especificações adicionais, como,
10 por exemplo, a necessidade de manutenção, que é a despesa de manutenção, deveria ser o mais baixo possível, boa acessibilidade, isto é, comportas de manutenção (acesso) ou aberturas para manutenção deveriam ser facilmente acessíveis no sistema, e/ou pureza, isto é, os meios de correntes e mate-
15 riais deveriam ser selecionados, de maneira que a água obtida do sistema de célula de combustível corresponda aos regulamentos apropriados para uma água potável.

Objetivos adicionais, modalidades e vantagens da invenção são proporcionados nas reivindicações associadas e
20 nas reivindicações dependentes.

A seguir, serão descritas mais detalhadamente modalidades exemplificativas do sistema de célula de combustível. As modalidades exemplificativas, que estão descritas com relação ao sistema de célula de combustível, também se
25 aplicam ao sistema de suprimento de água para aeronave, o método para operar um sistema de célula de combustível, a aeronave com um sistema de célula de combustível e o uso de um sistema de célula de combustível em uma aeronave.

Em outra modalidade exemplificativa do sistema de célula de combustível, o sistema de célula de combustível compreende uma pluralidade de células de combustível.

Em uma modalidade exemplificativa adicional do sistema de célula de combustível, a célula de combustível é formada como uma célula de combustível de membrana de polímero eletrolite, como uma célula de combustível de metanol direta, e/ou como uma célula de combustível de ácido fosfórico. Especificamente, quando é formada uma pluralidade de células de combustível, podem ser formadas células de combustível individuais em projetos diferentes. Portanto, podem ser apresentadas e um sistema de célula de combustível formas mistas ou qualquer combinação de células de combustível. Por exemplo, algumas células de combustível podem ser formadas como células de combustível de membrana de polímero eletrolite (PEMFC), outras como células de combustível de metanol diretas (DMFC), e/ou como células de combustível de ácido fosfórico (PAFC).

Em outras palavras, tais células de combustível podem ser adequadas para gerar energia elétrica e para produção de água potável, que, alternativamente, pode conter como uma unidade de base, a chamada pilha, uma PEMFC, uma DMFC ou uma PAFC ou qualquer combinação dessas tecnologias em uma ou em múltiplas pilhas. A pilha do sistema de célula de combustível pode conter uma face de anodo para suprir de combustível. Esse combustível pode compreender ou consistir de hidrogênio, um gás "reformate" contendo hidrogênio e/ou metanol, dependendo do tipo de célula de combustível usada

e/ou da combinação usada. Além disso, a pilha de célula de combustível pode ser proporcionada na face catodo com um curso de suprimento e um curso de descarga para ar (oxigênio) e água, respectivamente.

5 O sistema de célula de combustível pode ser equipado com um filtro de ar, que está disposto no sistema de célula de combustível de tal maneira que filtre o ar de entrada da face catodo da célula de combustível. Portanto, pode ser assegurado que o sistema de célula de combustível
10 fornece uma qualidade de água impecável e permaneça protegido de poeira e/ou partículas de sujeira, que poderiam contaminar e/ou obstruir os elementos da célula de combustível. Preferivelmente, é usado um filtro de ar de pouca pressão diferencial, que retém os conteúdos de ar observados.

15 Em outra modalidade exemplificativa, o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente um terminal de saída, onde o terminal de saída está configurado de maneira que possa ser acoplado com a primeira conexão de saída da célula de combustível com o ambiente circundante da aeronave.
20 nave.

O provimento de um terminal de saída, que pode ser acoplado com ambiente circundante da aeronave pode ser uma maneira particularmente eficiente para disponibilizar uma pressão negativa ou vácuo para a célula de combustível, por
25 meio da qual, por exemplo,, gás, ar e/ou oxigênio, pode ser sugado para a face catodo da célula de combustível. Isso pode se aplicar, especificamente, quando a aeronave está em vôo, por meio disso é proporcionada uma pressão diferencial

entre uma pressão na cabina e uma pressão externa.

Em uma modalidade exemplificativa adicional, o sistema de célula de combustível compreende um sistema de pressão negativa, onde o sistema de pressão negativa ou sistema a vácuo é acoplado à primeira conexão da célula de combustível.

O provimento de um sistema de pressão negativa ou sistema a vácuo pode ser uma forma particularmente eficiente para proporcionar uma pressão negativa à célula de combustível, por meio da qual gás, por exemplo, ar e/ou oxigênio, podem ser sugados para a face catodo da célula de combustível. Um assim chamado sistema a vácuo pode ser usado como esse tipo de sistema de pressão negativa, por exemplo, que pode ser usado em uma aeronave para descarte de água servida proveniente da cabina. Tal sistema de pressão negativa pode ser particularmente vantajoso para produzir uma pressão negativa quando a aeronave está situada no solo ou próximo ao nível do solo. Por meio disso pode ser produzida essa pressão diferencial ou diferença de pressão entre a pressão da cabina e o sistema a vácuo da aeronave. Contrariamente ao vácuo real a diferença de pressão pode ser meramente em torno de 500 hPa. Um sistema a vácuo pode como regra servir, conforme anteriormente descrito, em uma aeronave para descarte de excrementos provenientes de banheiros. Próximo ao nível do solo ou no solo, a pressão diferencial entre o sistema a vácuo e a pressão da cabine pode ser produzida por via de um assim gerador de vácuo no tanque de dejetos do sistema a vácuo.

De acordo com outra modalidade exemplificativa, o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente uma válvula de mão tripla pode estar acoplada entre a primeira conexão de saída da célula de combustível, o sistema
5 de pressão negativa, e o terminal de saída.

Pelo uso da válvula de mão tripla entre os componentes descritos, pode ser possível em uma maneira simples conduzir uma comutação, dependendo se a aeronave está no solo, próximo ao solo, ou em uma altitude de viagem. No solo,
10 a válvula de mão tripla pode ser comutada de maneira que a célula de combustível possa ser provida de uma pressão diferencial pelo sistema de pressão negativa, considerando em altitude de viagem, a válvula de mão tripla pode ser controlada de maneira que a pressão diferencial possa ser produzida
15 da pelo ar externo.

Em uma modalidade exemplificativa adicional, a pluralidade de células de combustível é formada como uma pilha. Ainda, as múltiplas pilhas podem ser formadas, cada uma compreendendo uma ou mais células de combustível.

20 Em uma modalidade exemplificativa, a pilha compreende uma pluralidade de unidades parciais, onde cada unidade parcial compreende uma válvula de regulagem, que está configurada de maneira que um suprimento de gás para as unidades parciais seja individualmente controlável. Cada unidade
25 parcial ou secundária pode ser formada por uma única célula de combustível, por exemplo, ou cada uma pode ser formada por uma pluralidade de células de combustível.

Pelo provimento de válvulas de regulagem indepen-

dentes por unidade parcial, pode ser possível controlar e/ou regular o ar e/ou suprimento de oxigênio para as células de combustível individuais e/ou grupos de células de combustível.

5 Em outra modalidade exemplificativa, a pilha compreende adicionalmente uma chapa de extremidade e/ou as válvulas de regulagem estão dispostas na chapa de extremidade.

 Em uma maneira ativa, pode ser, portanto, possível transferir funções específicas do sistema de célula de com-
10 bustível, como, por exemplo, válvulas de controle das linhas de suprimento e de descarga de gás ou meio nas chapas de extremidade da pilha. Essas válvulas de controle podem ser compreendidas de válvulas controladas individualmente para cada meio, cujas válvulas podem ser combinadas respectiva-
15 mente em um bloco de válvula, onde cada válvula individual supre uma região específica da pilha ou, alternativamente, pode suprir uma célula individual da pilha.

 A vantagem dessa montagem consiste em um controle térmico almejado ou seletivo da pilha de célula de combustí-
20 vel pelo suprimento controlado individualmente e a influencia conectada com a mesma na conversão de combustível, por meio disso pode ser alcançado um perfil de calor homogêneo na pilha. Esse perfil de calor homogêneo pode aumentar o tempo de vida da pilha e impedir o superaquecimento local
25 causado pelo mesmo. Por meio de tal controle individual, é também possível em uma maneira vantajosa equipar determinadas regiões na pilha com elementos térmicos catalíticos. Com tal projeto, pode ser possível aquecer uma pilha em tempera-

turas baixas ou aquecer para temperatura de operação, possivelmente por meio disso, pode ser aperfeiçoada uma capacidade de partida fria e/ou pode ser alcançada proteção contra congelação.

5 O projeto da chapa de extremidade pode também ser visto como um aspecto parcial independente da invenção, como um aspecto parcial que é independente de um projeto independente do sistema de célula de combustível acima descrito. Isto é, é proporcionada uma chapa de extremidade para uma
10 pilha de célula de combustível, onde a chapa de extremidade compreende válvulas de controle e/ou válvulas de regulação, que estão configuradas de maneira que por meio das mesmas, um suprimento de ar e/ou oxigênio seja controlável ou regulável individualmente para célula de combustível individuais
15 e/ou grupos de células de combustível na pilha de célula de combustível.

Em uma modalidade exemplificativa, a chapa de extremidade é feita de um material com uma densidade menor do que 1 kg/dm^3 . Como o material, pode ser usado, por exemplo,
20 espuma de alumínio.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, por meio do uso de materiais leves, pode ser possível substituir as chapa de extremidade que são usadas em pilhas de célula de combustível comuns, que são geralmente feitas de
25 chapas de alumínio laminadas, fundidas ou forjadas, onde a espessura da placa e o peso da placa são reduzidos por meio de polimento em uma estrutura de viga. De acordo com uma modalidade da invenção, pode ser usado um material com um

peso mínimo específico, por meio do qual pode ser possível economias de peso.

Em uma modalidade exemplificativa adicional, a chapa de extremidade está configurada de maneira que a pilha
5 seja fixável ("verspannbar") por correias de retenção.

Uma capacidade de fixação da pilha pode ser proporcionada por meio da modelagem da chapa de extremidade. A modelagem pode ocorrer com relação a isso, de maneira que em um plano de carga principalmente, seja proporcionada a maior
10 rigidez da chapa de extremidade, por meio disso pode ser possibilitada a fixação ("Verspannung"). Por meio de tal capacidade de fixação, pode ser proporcionada uma possibilidade eficiente para fixar as células de combustível. Isso pode ser possível para as células de combustível sob umas as
15 outras bem como com relação à fixação das pilhas de célula de combustível na aeronave. Pela fixação, pode ser possível proteger as pilhas de célula de combustível contra os efeitos da pressão do meio (gás) ocorrendo nos seus interiores, onde essa fixação também pode funcionar como uma vedação das
20 pilhas contra vazamento do meio. Com relação a isso, uma ou mais correias de tensão podem ser colocadas ao redor da pilha na direção longitudinal da chapa de extremidade com travas de tensão ou alavanca de tensão. Dessa maneira, pode ser possível pela tensão das correias de tensão aplicar forças de pressão, que servem para prender a pilha junto.
25

Em outra modalidade exemplificativa, a pilha compreende elementos guia internos.

O provimento de elementos guia internos na pilha

pode ser uma maneira eficiente de impedir deslocamento ou deslizamento das células da pilha umas contra as outras e/ou elementos individuais de uma célula contra os elementos que circundam a mesma.

5 E uma modalidade exemplificativa adicional, o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente uma haste de retenção ou haste de tensão, onde a haste de retenção está configurada de uma maneira que a pilha pode ser fixável pela haste de retenção. Em uma maneira vantajosa, a
10 haste de retenção pode compreender como seu material plástico de fibra de carbono reforçada.

O provimento de uma haste de retenção pode ser um projeto alternativo ou cumulativo para as correias de tensão, a fim de assegurar a fixação da pilha.

15 Pelo uso da haste de retenção de fibra de carbono reforçada, pode ser possível evitar a modalidade conhecida na técnica de esticar com hastes de retenção, que fixam as chapas e membranas individuais da pilha na direção longitudinal. Essas hastes de retenção estão incorporadas no esta-
20 do da técnica como hastes rosqueadas e com porcas de molas de chapa ou chaves de parafusos. Por meio do uso das hastes de retenção de fibra de carbono reforçada, pode ser possível economizar um peso significativo. As fibras de carbono podem ser usadas com relação a isso, de maneira que as mesmas
25 possam tocar a pilha na direção longitudinal com uma força de pressão nas chapas de extremidade por via dos elementos de tensão opostos.

O projeto da haste de tensão também pode ser visto

como um aspecto parcial independente da presente invenção, isto é, como um aspecto parcial independente das modalidades do sistema de célula de combustível acima descrito. Isto é, é proporcionada a haste de retenção para uma pilha de célula
5 de combustível, onde a haste de retenção está configurada de tal maneira que pela haste de retenção, a pilha é fixável, onde a haste de retenção compreende como seu material plástico de fibra de carbono reforçada.

Em uma modalidade exemplificativa adicional, o
10 sistema de célula de combustível compreende adicionalmente uma primeira válvula de escapamento de ar, onde a primeira válvula de escapamento de ar está acoplada à primeira conexão de saída.

Portanto, pode ser possível proporcionar um con-
15 trole de pressão diferencial eficiente para a face catodo da célula de combustível.

Em outra modalidade exemplificativa, o sistema de célula de combustível compreende uma segunda válvula de escapamento de ar e a célula de combustível compreende uma se-
20 gunda conexão de saída, cuja segunda conexão de saída é formada como uma conexão de saída da face anodo. Adicionalmente, a segunda válvula de escapamento de ar está acoplada à segunda conexão de saída.

Por meio de tal projeto, pode ser possível também
25 proporcionar um controle de pressão diferencial eficiente para a face anodo da célula de combustível.

Em uma modalidade exemplificativa adicional, o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente

um elemento de calefação, onde o elemento de calefação está configurado de tal maneira que a célula de combustível pode ser aquecida por meio do elemento de calefação. Preferivelmente, a pilha pode compreender uma pluralidade de elementos de calefação, onde os elementos de calefação estão integrados entre as células de combustível individuais. Especificamente, os elementos de calefação podem ser formados como elementos de calefação catalíticos.

Em outras palavras, os elementos de calefação catalíticos individualmente controláveis podem ser integrados e distribuídos entre os elementos de célula de combustível individuais. Esses elementos de calefação podem possibilitar que mediante a influencia com hidrogênio e ar e/ou oxigênio através da reação catalítica, com a qual o hidrogênio e o oxigênio são convertidos em água, a quantidade que pode ser produzida, que pode ser requerida a fim de aquecer uniformemente a pilha, e/ou impedir a congelação do sistema de célula de combustível pela congelação através da aeronave.

Em outra modalidade exemplificativa, a célula de combustível compreende uma capa bipolar, a chapa bipolar compreendendo como seu material um plástico condutivo. Preferivelmente, a chapa bipolar compreende uma primeira face principal, uma segunda face principal e uma pluralidade de canais, onde uma primeira parte da pluralidade de canais está disposta na primeira face principal. Adicionalmente, uma segunda parte da pluralidade de canais está disposta na segunda face principal de tal maneira que os canais da primeira parte da pluralidade de canais não estejam voltados para

a segunda parte da pluralidade de canais.

Em uma maneira ativa, tal disposição dos canais pode ser descrita como uma disposição alternada dos canais, isto é, quando um dos canais ou convexidade está situado em
5 uma face da chapa bipolar, então nenhum canal está situado na outra face oposta. Com tal disposição, pode ser possível prender uma aplicação de material na chapa bipolar em um mínimo ou minimizá-la, por meio disso pode ser possível economizar peso.

10 Como um material para as chapas bipolares é adequado plástico com aproximadamente 80% de parte de grafite. Em oposição às chapas bipolares feitas de aço com um peso específico de aproximadamente $7,9 \text{ kg/dm}^3$, essas chapas bipolares plásticas podem ser dotadas de um peso específico de
15 $2,2 \text{ kg/dm}^3$. Esses tipos de plástico podem ser usados para construir uma chapa bipolar, onde as chapas bipolares feitas dos mesmos podem ser feitas em um processo de moldagem por injeção e, portanto, podem ser especificamente projetadas finas e de custo eficaz. Uma redução de peso adicional pode
20 ser alcançada pela disposição dos canais guia de meio de maneira que os canais opostos na mesma chapa bipolar estejam deslocados respectivamente um para o outro, de maneira que possa ser possível o uso de material mínimo.

O projeto da chapa bipolar pode também ser visto
25 como um aspecto parcial independente da presente invenção, isto é, como um aspecto parcial é independente das modalidades do sistema de célula de combustível acima descrito. Isto é, é proporcionada uma célula de combustível que compre-

ende uma chapa bipolar, cuja chapa bipolar compreende como um material um plástico condutivo. A chapa bipolar compreende uma primeira face principal, uma segunda face principal e uma pluralidade de canais, onde uma primeira parte da pluralidade de canais está disposta na primeira face principal. Além disso, uma segunda parte da pluralidade de canais está disposta na segunda face principal de maneira que os canais da primeira parte da pluralidade de canais não esteja voltada para os canais da segunda parte da pluralidade de canais.

Especificamente vantajoso, um sistema de célula de combustível de acordo com a presente invenção pode ser usado em uma aeronave.

De acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, o ponto de operação da célula de combustível é selecionado de maneira que um calor emitido do sistema de célula de combustível é mínimo, por exemplo, é realizada uma otimização com relação ao calor emitido a fim de obter um ponto de operação da célula de combustível, cujo ponto de operação satisfaça as especificações do mínimo calor emitido.

Por meio de tal otimização, é possível reter uma saída de calor da célula de combustível o mínimo possível, cuja célula de combustível libera não apenas energia elétrica com a conversão de hidrogênio ($2H_2$) e oxigênio (O_2) para água ($2H_2O$), mas também calor.

Em uma modalidade exemplificativa, um ponto de operação do sistema de suprimento de água é otimizado com relação ao peso total do sistema de suprimento de água.

Uma possível otimização com relação ao ponto de operação, especificamente, de um ponto de operação com relação à liberação de voltagem pela célula de combustível, o sistema de suprimento de água pode ser realizado, por exemplo, por um possível uso iterativo da fórmula que se segue.

$$G_{\text{Sistema}} = GS_0 \cdot \frac{j_0(u_0) \cdot u_0}{j_1(u_1) \cdot u_1} + GT_0 \cdot \frac{u_0}{u_1} + (GW_0 + GP_0) \cdot \frac{(U_{th} - u_1) \cdot j_0(u_1)}{(U_{th} - u_0) \cdot j_0(u_0)} + GK_0 \cdot \frac{j_0(u_0) \cdot u_0}{j_1(u_1) \cdot u_1}$$

onde:

GS_0 = peso da pilha da montagem não otimizada (sistema de suprimento de água),

GT_0 = peso de combustível e de tanque da montagem não otimizada,

GW_0 = peso do cambiador térmico da montagem não otimizada,

GP_0 = peso das bombas da montagem não otimizada,

GK_0 = conversor de peso da montagem não otimizada,

u_0 = voltagem de célula da pilha básica, isto é, da pilha da montagem não otimizada,

j_0 = densidade atual da pilha básica, isto é, da pilha da montagem não otimizada,

u_1 = voltagem de célula da pilha em um novo ponto de operação,

j_1 = densidade atual da pilha em um novo ponto de operação.

Por meio de tal fórmula, é possível determinar o

ponto de operação de um sistema de célula de combustível de peso otimizado em um sistema de suprimento de água, onde circunstâncias específicas com relação ao tamanho da pilha, ao número de pilha e aplicação de dados de desempenho.

5 Com tal seleção dos parâmetros de célula de combustível ótima, pode ser considerada a relação mútua matemática que se segue. Por outro lado, uma relação mútua linear entre a voltagem de célula $u(j)$ e a densidade atual j de acordo com $u(j) = u' - r*j$, onde r representa o aumento da
10 curva da densidade de voltagem atual. A partir disso, pode ser derivada a relação que se segue para uma energia elétrica constante:

Para o peso da pilha, se aplica o seguinte:

$$G_1/G_0 = (j_0(u_0)*u_0)/(j_1(u_1)*u_1),$$

onde:

15 u_0 = voltagem da célula da pilha de base, isto é, da pilha da montagem não otimizada,

j_0 = densidade atual da pilha de base, isto é, da pilha da montagem não otimizada,

20 u_1, j_1 = voltagem de célula e densidade atual da pilha em um novo ponto de operação com $u_1 > u_0$ e $j(u_1) < j_0(u_0)$, e

G_1, G_0 = peso da nova pilha e da pilha base.

A partir disso, ocorre que com uma energia de pilha constantemente retida, o peso da pilha aumente com ao aumento da voltagem ($G_1 > G_0$), uma vez que com o aumento da
25 voltagem u_1 a densidade atual j_1 de acordo com a linha característica $u-j$ diminui e $r = \Delta U / \Delta j < -0.5$. Em outras palavras: se um aumentar a voltagem em ΔU , então a densidade a-

tual Δj diminui em um fator maior do que $2 \cdot \Delta U$. Disto segue-se que a superfície da célula deve ser aumentada a fim de reter a energia da pilha constante, e, com isso, aumenta o peso total.

5 Para o consumo de hidrogênio e oxigênio, se aplica o seguinte:

A eficiência elétrica η é aumentada com um aumento da voltagem proveniente de u_0 para u_1 ($u_1 > u_0$) de acordo com:

10 $\eta_1/\eta_0 = u_1/u_0$ (para nova pilha η_1 , pilha básica η_0)
quando u_1 é maior do que u_0 . A partir disso, a redução do consumo de hidrogênio pode resultar de acordo com:

15 $m_1/m_0 = \eta_0/\eta_1 = u_0/u_1$, (para o consumo de m_1 com uma nova pilha, m_0 para a pilha básica) e com isso, também uma redução do oxigênio aéreo.

Para a produção, se aplica o seguinte:

Um aumento da eficiência elétrica η pode resultar em uma menor produção de calor e, portanto, o calor fornecido Q por tempo de unidade é reduzido (para $Q_1 < Q_0$) de acordo com:

$$Q_1/Q_0 = [(U_{th}-u_1) \cdot j_0(u_1)] / [(U_{th}-u_0) \cdot j_0(u_0)],$$

onde U_{th} é a assim chamada voltagem de equilíbrio térmico.

Com relação ao cambiador de voltagem (transferidor de calor) e bombas, se aplica o seguinte:

25 Pela redução da produção de calor, as superfícies do cambiador térmico, e como resultado, seu peso, pode ser reduzido (para $G_1 < G_0$) como se segue:

$G_1/G_0 = Q_1/Q_0 = A_1/A_0$, (para a superfície A_0 da pilha de base e superfície A_1 da pilha otimizada). Além disso, na mesma quantidade, também o fluxo da capacidade de calor e como isso, a energia de bomba necessária para o meio de resfriamento pode reduzir, o que pode significar uma redução do consumo elétrico parasítico e peso.

Com relação ao conversor, se aplica o seguinte:

Com uma superfície de célula constante, um número requerido de células aumenta de acordo com:

10 $N_1/N_0 = (j_1(u_1)*u_1)/(j_0(u_0)*u_0)$, (para o número de células N_0 na pilha de base e N_1 o número de células nas novas pilhas), uma vez que:

$P = \text{estabilidade} = u*N*j(u)*A = U_s*j(u)*A = U_s*I_s$, onde P é a energia elétrica da pilha e A é a área da pilha.

15 Com uma redução da pilha atual I_s e um aumento da voltagem e pilha U_s , também o peso do conversor DC/DC/C pode ser reduzido e sua eficiência aumentada.

Portanto, pela otimização, pode ser possível reduzir o peso do sistema de célula de combustível e do sistema de suprimento de água, uma vez que o aumento da pilha, com o qual a seleção do ponto de operação acima descrito é inevitável, devido a uma redução do gás combustível requerido para a mesma energia, poder afetar o uso de um esfriador menor e de um cambiador térmico menor, bem como um conversor elétrico menor.

25 Para reduzir o peso de um sistema de célula de combustível, pode ser requerido diminuir essencialmente o peso da pilha. De acordo com a presente invenção, isso pode

ocorrer na presente montagem pelo uso de materiais plásticos condutivos como chapas bipolares, suas especificações particulares para a redução de peso, pela maneira de fixação da pilha, e pelo uso de chapa de extremidade de peso leve, por exemplo, carbono de fibra de vidro reforçada ou plásticos. Além disso, o peso do sistema pode ser reduzido pelo uso de plásticos na periferia da pilha de célula de combustível, como, por exemplo, dutos, encaixes, acoplamentos e válvulas.

Com um sistema de suprimento de água os materiais são preferivelmente selecionados dos componentes guia de água, que por um lado são resistentes para água desmineralizada, que, por exemplo, é dotada de condutividade de k de aproximadamente $20 \mu\text{S/m}$, e, por outro lado, são também adequados para uso em sistemas de água potável. Isso também se aplica para o projeto das chapas bipolares, as chapa de extremidade e as membranas na face catodo da célula de combustível.

Adicionalmente, para os canais da periferia do sistema de suprimento de água, preferivelmente são usados materiais que sejam o mais leve possível, por exemplo, canos de plástico com nano revestimento ou revestimento de vidro. Esses canos podem se sobressair, por um lado, devido seu peso específico leve e, por outro lado, pelas propriedades específicas com relação ao hidrogênio na face anodo e água desmineralizada na face catodo. Preferivelmente, os canos usados na face anodo são dotados de uma impermeabilidade a hidrogênio, ao mesmo tempo em que os canos usados na face catodo são preferivelmente dotados de alta resistência con-

tra água desmineralizada e, além disso, preferivelmente preenchem as normas propostas internacionalmente para cursos de água potável.

Um aspecto da presente invenção pode ser visto no
5 fato de que é proporcionado um sistema de célula de combustível, que consiste de ou compreende uma ou mais pilhas de célula de combustível, onde essas pilhas podem ser do tipo célula de combustível de membrana de eletrodo polímero (PEMFC), célula de combustível de metanol direto (DMFC), ou
10 célula de combustível de ácido fosfórico (PAFC) ou podem representar uma mistura dos mesmos. Com relação a isso, a pilha ou pilhas são impingidas na face catodo com ar e/ou oxigênio, onde é usada para o fluxo através da face catodo, a pressão entre o suprimento de cabine lateral residindo em um
15 nível de pressão mais alta e um curso de descarga se estendendo e um nível de pressão mais baixa na atmosfera que circunda a aeronave. Pode ser produzida pressão diferencial entre a face catodo aplicada ao curso de descarga, em que com as mesmas condições de pressão entre a pressão da cabine e a pressão externa na face de descarga, para reduzir o nível e pressão, pode também ser usado um sistema a vácuo para
20 remover a água servida da cabine da aeronave. Particularmente, regiões específicas da pilha compreendidas de múltiplas células ou de células individuais da pilha, respectivamente, podem ser dotadas de um ar individual ou de um curso
25 de suprimento de oxigênio e esses cursos de suprimento são individualmente controláveis por via das válvulas de regulação. Preferivelmente, essas válvulas de regulação são inte-

gradas em uma célula de combustível da pilha.

Preferivelmente, de acordo com esse aspecto, os elementos de célula de combustível individualmente controláveis distribuídos entre os elementos de calefação catalíticos individualmente controláveis estão integrados, por cujas reações catalíticas, nas quais o hidrogênio e o oxigênio são convertidos em água, a produção da quantidade de calor, que é necessária a fim de aquecer a pilha com uniformidade para a temperatura de operação, ou impedir a congelação do sistema de célula de combustível quando ocorre a congelação através da aeronave. As chapas bipolares usadas na pilha de célula de combustível podem compreender plástico condutivo, onde a disposição dos canais de meio guia em ambas as faces da chapa bipolar está incorporada para ser deslocada, de maneira que o uso do material seja minimizado. Preferivelmente, as chapas de extremidade são feitas de um material com uma densidade menor do que 1 kg/dm^3 , como, por exemplo, de espuma de alumínio. Além disso, as chapas de extremidade podem ser formadas de maneira que a pilha possa ser fixada com correias de tensão, onde com uma pilha fixada com correias de tensão, isso é preferivelmente proporcionado com os elementos guias internos, que impede deslizamento das células umas contra as outras ou dos elementos individuais de uma célula contra os elementos adjacentes à mesma. Alternativamente, a pilha pode ser equipada com hastes feitas de plástico de fibra de carbono reforçada para fixação. Opcionalmente, uma regulagem de pressão diferencial do sistema de célula de combustível (na face catodo e/ou na face catodo e

anodo) é realizada por via de um controle das "válvulas de escoamento".

Deve ser observado que as características ou etapas que foram descritas com relação a uma das modalidades ou com relação a um dos aspectos acima e/ou aspectos parciais podem ser usadas independentemente e/ou em combinação com outras características ou etapas de outras modalidades acima descritas ou aspectos e/ou aspectos parciais.

A seguir, a invenção será descrita mais detalhadamente com relação às modalidades exemplificativa com relação aos desenhos.

A Figura 1 ilustra uma representação esquemática de um sistema de célula de combustível para suprir consumidores elétricos e para suprimento de água de uma aeronave.

A Figura 2 ilustra uma representação esquemática de um sistema de célula de combustível para suprir consumidores elétricos e para suprimento de água de uma aeronave de acordo com uma modalidade exemplificativa da invenção.

A Figura 3 ilustra uma representação esquemática de uma pilha fixada.

A Figura 4 ilustra uma representação em corte esquemática de uma chapa de extremidade com válvulas.

A Figura 5 ilustra uma representação em corte esquemática de chapas bipolares.

A Figura 6 ilustra uma representação esquemática em uma vista plana de uma chapa bipolar.

Componentes similares ou idênticos são proporcionados nas figuras diferentes com sinais de referência simi-

lares ou idênticos.

A Figura 1 ilustra uma representação esquemática de um sistema de célula de combustível para suprir consumidores elétricos e para suprimento de água da aeronave. O sistema de célula de combustível 100 compreende um tanque de combustível 101 para suprimento de combustível e uma pilha de célula de combustível 102. A pilha de célula de combustível 102 compreende uma chapa de extremidade lateral de suprimento 102 e uma chapa de extremidade lateral de descarga 104. A pilha de célula de combustível 102 é suprida com ar de suprimento por via de um primeiro curso de suprimento 105, que compreende um filtro de ar 106, um compressor 107, e uma primeira válvula 108, para regulagem de fluxo de uma face catodo da pilha de célula de combustível 102. Adicionalmente, a pilha de célula de combustível 102 é provida de combustível por via de um segundo curso de suprimento 109 proveniente do tanque de combustível 101 na face anodo. O segundo curso de suprimento compreende uma segunda válvula 110, por meio da qual é realizada uma regulagem de fluxo da face anodo.

A chapa de extremidade da face de descarga 104 é acoplada por via de uma terceira válvula 111, uma assim chamada válvula de purgação, a um condensador 112. O condensador 112 é acoplado a um dreno condensado 113, por meio do qual a água condensada pode ser descarregada por via de uma primeira conexão 114 a um sistema de água. Além disso, o dreno condensado 113 é acoplado com a segunda conexão 115 a um nível de pressão externa, isto é, ao ar externo fora da

aeronave. O condensador 112 é também acoplado por via de uma terceira válvula 116 e uma quarta válvula 117 a um circuito de resfriamento 118. O circuito de resfriamento 118 compreende um esfriador de ar externo 119 e uma bomba de 5 água fria secundária 120, por meio da qual um líquido refrigerante pode ser bombeado através do circuito 118. Além disso, o circuito de resfriamento 118 compreende um exaustor de resfriamento 121.

Além disso, o circuito de resfriamento 118 está 10 acoplado a um cambiador térmico 122, que é usado a fim de resfriar a pilha de célula de combustível 102. A esse respeito, um circuito de resfriamento adicional 123, do qual o cambiador térmico 122 é uma parte, compreende uma bomba de água de fria principal.

15 Além disso, a pilha de célula de combustível 102 está acoplada por via de cursos condutivos eletricamente 125 e 126 com um conversor de voltagem 127, que está também acoplado a uma rede elétrica 128 da aeronave.

A Figura 2 ilustra uma representação esquemática 20 de uma célula de combustível para suprir consumidores elétricos e para suprimento de água de uma aeronave de acordo com uma modalidade da invenção. O sistema de célula de combustível 200 compreende um tanque de célula de combustível 201 para suprimento de combustível e uma pilha de célula de 25 combustível 202. A pilha de célula de combustível 202 compreende uma chapa de extremidade lateral de curso de suprimento 203 e uma chapa de extremidade lateral de curso de descarga 204. A pilha de célula de combustível 202 é provi-

da de ar de suprimento por via de um primeiro curso de suprimento 205, que compreende um filtro de ar 206 e uma primeira válvula 208 para regulagem de fluxo de uma face catodo da pilha de célula de combustível 202. Além disso, a pilha de célula de combustível 202 é provida de combustível por via de um segundo curso de suprimento 209 proveniente do tanque de combustível 201 na face anodo. O segundo curso de suprimento compreende uma segunda válvula 210, por meio da qual é realizável uma regulagem de fluxo da face anodo.

10 A chapa de extremidade lateral de curso de descarga 204 é acoplada por via de uma terceira válvula, uma assim chamada válvula de purgação, com um condensador 212. O condensador 212 é acoplado ao dreno condensado 213, por meio do qual a água condensada pode ser conduzida por via de uma primeira conexão 214 ao sistema de água. Adicionalmente, o dreno condensado 213 é acoplado a uma válvula de mão tripla 229, que está acoplada à segunda conexão 215 em um nível de pressão externa, isto é, ao ar externo fora da aeronave. Adicionalmente, a válvula de mão tripla 229 está acoplada com uma terceira conexão 230 a um sistema a vácuo da aeronave. O condensador 212 também está conectado por via de uma terceira válvula 216 e uma quarta válvula 217 a um circuito de resfriamento 218. O circuito de resfriamento 218 está acoplado com um esfriador de ar externo 219 e com uma bomba de água fria secundária 220, por meio da qual pode ser bombeado um líquido refrigerante através do circuito de resfriamento 218.

Além disso, o circuito de resfriamento 218 está

acoplado com um cambiador térmico 222, que é usado para resfriar a pilha de célula de combustível 202. Com relação a isso, um circuito de resfriamento adicional 223, do qual o cambiador térmico 222 é uma parte, compreende uma bomba de
5 água fria principal 224.

Além disso, uma pilha de célula de combustível 202 está acoplada por via dos cursos eletricamente condutivos 225 e 226 com um conversor de voltagem 227, que também está acoplado a uma rede elétrica 228 da aeronave.

10 A modalidade de acordo com a Figura 2 é caracterizada pelo fato de não ser dotada de um compressor, por meio do qual um suprimento de ar de face catodo é levado para uma pressão, que se estende acima da pressão de cabina. O suprimento de ar de face catodo é sugado somente por uma pres-
15 são negativa, à qual está exposta a face de descarga de ar da pilha de célula de combustível, através da face catodo da célula de combustível. Com relação a isso, por um lado, é usado o ar externo, que proporciona uma pressão negativa durante um vôo, que corresponde à pressão externa em altitude
20 de viagem. Por outro lado, no solo ou em uma altitude mais baixa, pode ser usado um sistema de pressão negativa ou a vácuo, que proporciona uma queda de pressão com relação à pressão de cabina. A comutação entre essas duas alternativas pode ser feita pela válvula de mão tripla.

25 A Figura 3 ilustra uma representação esquemática de uma pilha fixada 300. A pilha fixada 300 compreende uma chapa de extremidade lateral de curso de suprimento 301 e uma chapa de extremidade lateral de curso de descarga 301.

Além disso, na Figura 3, está ilustrada uma correia de tensão 303, compreendendo uma trava de tensão 304, por meio da dita correia de tensão 303, a pilha 300 pode ser fixada. Na Figura 3, também estão ilustradas as células de combustível individuais 305 da pilha de célula de combustível 300, como cursos perpendiculares. Na face esquerda da Figura 3, está ilustrada uma vista perpendicular ao eixo geométrico longitudinal da célula de combustível, na qual um primeiro curso de descarga 306 para ar e/ou oxigênio e um segundo curso de
10 descarga 307 para purgação H_2 .

A figura 4 ilustra uma representação em corte esquemático de uma chapa de extremidade com válvulas. A chapa de extremidade 400 compreende um primeiro curso de suprimento 401 para hidrogênio e múltiplos segundos cursos 402 para
15 ar e/ou oxigênio. Além disso, a chapa de extremidade 400 compreende um filtro 403, por exemplo, um filtro de aparafusar, por meio do qual o ar e/ou oxigênio, que é conduzido através dos segundos cursos 402, pode ser filtrado. A jusante do filtro 403, a chapa de extremidade 400 compreende
20 um distribuidor ou uma tubulação 404, por meio do qual o ar e/ou o oxigênio pode ser distribuído. Além disso, a chapa de extremidade 400 compreende uma chapa universal de torno 406. A chapa de extremidade 400 pode ser formada como peça única ou inteiriça com essa chapa universal de torno 406 ou
25 a chapa universal de torno 406 pode ser incorporada como um componente separado e pode estar conectada à chapa de extremidade 400, na qual é proporcionada uma vedação 405 entre a chapa universal de torno 406 e a chapa de extremidade 400.

Adicionalmente, na Figura 4, está ilustrada uma parte de uma célula de combustível 408, na qual está fixada a chapa de extremidade 400. Por meio de um cano 409 ilustrado esquematicamente na Figura 4, a pilha de célula de combustível pode ser suprida com hidrogênio. Além disso, a chapa de extremidade 400 compreende uma pluralidade de válvulas de controle 410, por meio das ditas válvulas de controle pode ser controlado ou regulado um suprimento de ar e/ou de oxigênio. Os cursos de suprimento para o suprimento de ar / hidrogênio estão projetados na Figura 4 esquematicamente pelas setas 411 a 417, onde a seta 411 representa o suprimento de ar / hidrogênio para as células X a X_a , a seta 412 representa o suprimento de ar / hidrogênio para as células X_{a+1} a X_b , a seta 413 representa o suprimento de ar / hidrogênio para as células X_{b+1} , a seta 414 representa o suprimento de ar / hidrogênio para as células X_{c+1} , a seta 415 representa o suprimento de ar / hidrogênio para as células X_{d+1} a X_e , a seta 416 representa o suprimento de ar / hidrogênio para as células X_{e+1} , a X_f e a seta 417 representa o suprimento de ar / hidrogênio para as células X_{f+1} a X_g .

A Figura 5 ilustra uma representação em corte esquemática das chapas bipolares 500. Na parte superior da Figura 5a, está ilustrada uma chapa bipolar 500, que compreende os canais de gás 501 em uma primeira lateral e compreende os canais de gás 502 em uma segunda lateral oposta à primeira lateral. Na Figura 5a, cada canal de gás 501 na primeira lateral está voltado para um canal de gás respectivo 502. Na Figura 5b inferior, está ilustrada uma segunda

chapa bipolar 500, que compreende os canais de gás 501 em uma primeira lateral e em uma segunda lateral oposta à primeira lateral compreende os canais de gás 502. Na Figura 5b, um respectivo canal de gás 501 na primeira face não está voltado para um canal de gás 502. Em outras palavras, os canais de gás 501 e 502 se alternam ao longo da chapa bipolar, os mesmos estão alternativamente dispostos. Dessa maneira, é possível reduzir a espessura da chapa bipolar, por meio da qual pode ser possível reduzir um peso da chapa bipolar.

A Figura 6 ilustra uma representação esquemática em vista plana de uma chapa bipolar 600. A chapa bipolar 600 compreende um furo 602 para um pino guia. Adicionalmente, estão dispostos um curso de suprimento de gás 603 e um distribuidor de gás lateral de suprimento 604 na chapa bipolar 600. Na Figura 6, estão ilustrados um chamado campo de fluxo 605, através do qual é conduzido o gás suprido, e uma vedação 606. Adicionalmente, a chapa bipolar 600 compreende um dispositivo de coleta de gás de descarga de curso lateral 607 e um curso de descarga de gás 608.

Além disso, deve ser observado que "compreendendo" não exclui outros elementos ou etapas e "um" / "uma" não exclui uma pluralidade. Além disso, deve ser observado que as características ou etapas, que foram descritas com relação a uma das modalidades acima podem também ser usadas em combinação com outras características ou etapas de outras modalidades acima descritas. Os sinais de referência não devem ser vistos como limitações.

REIVINDICAÇÕES

1. Aeronave com uma cabina de passageiro e um sistema de célula de combustível, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende:

5 uma célula de combustível, onde a célula de combustível compreende:

 uma primeira conexão de entrada;

 uma primeira conexão de saída;

 uma face catodo; e

10 uma face anodo;

 onde a primeira conexão de entrada é formada como uma conexão de entrada da face catodo;

 onde a primeira conexão de saída é formada como uma conexão de saída da face catodo; e

15 onde o sistema de célula de combustível é projetado de tal maneira que na primeira conexão de entrada é aplicável um gás com uma pressão, que corresponde a uma pressão de ar na cabina de passageiro.

20 2. Aeronave, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende uma pluralidade de células de combustível.

 3. Aeronave, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a célula de combustível é
25 formada como uma célula de combustível de membrana de polímero eletrolite, como uma célula de combustível de metanol direto e/ou uma célula de combustível de ácido fosfórico.

 4. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações

de 1 a 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente:

um terminal de saída,

onde o terminal de saída é projetado de tal maneira que seja acoplável à primeira conexão de saída da célula de combustível e ao ambiente circundante da aeronave.

5. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente:

10 um sistema de pressão negativa,

onde o sistema de pressão negativa é acoplável à primeira conexão de saída da célula de combustível.

6. Aeronave, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente:

uma válvula de mão tripla,

onde a válvula de mão tripla é acoplável entre a primeira conexão de saída da célula de combustível, o sistema de pressão negativa e o terminal de saída.

20 7. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 2 a 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pluralidade de células de combustível é formada como uma pilha.

8. Aeronave, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pilha compreende uma pluralidade de unidades parciais,

25 onde cada unidade parcial compreende uma válvula de regulagem, que é projetada de tal maneira que um suprimento de gás para as unidades parciais é individualmente

controlável.

9. Aeronave, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pilha compreende adicionalmente uma chapa de extremidade e

5 onde as válvulas de regulação estão dispostas na chapa de extremidade.

10. Aeronave, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a chapa de extremidade é feita de um material com uma densidade menor do que 1 kg/dm^3 .

10 11. Aeronave, de acordo com a reivindicação 9 ou 10, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a chapa de extremidade é projetada de tal maneira que a pilha pode ser fixada pelas correias de tensão.

15 12. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 7 a 11, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pilha compreende elementos guias internos.

20 13. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 7 a 12, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente uma haste de retenção, onde a haste de retenção é projetada de tal maneira que a pilha é fixável pela haste de retenção.

14. Aeronave, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a haste de retenção compreende como um material plástico reforçado de fibra de carbono.

25 15. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente:

uma primeira válvula de ar de escapamento,

onde a primeira válvula de ar de escapamento está acoplada à primeira conexão de saída.

16. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 15, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende:

uma segunda válvula de ar de escapamento, e onde a célula de combustível compreende adicionalmente:

uma segunda conexão de saída, que é formada como uma conexão de saída da face anodo, e

onde a segunda válvula de descarga de ar é acoplada à segunda conexão de saída.

17. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 16, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o sistema de célula de combustível compreende adicionalmente:

um elemento de aquecimento,

onde o elemento de aquecimento é projetado de tal maneira que a célula de combustível pode ser aquecida pelo elemento de aquecimento.

18. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações de 7 a 16, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pilha compreende uma pluralidade de elementos de aquecimento e

onde os elementos de aquecimento estão integrados entre as célula de combustível individuais.

19. Aeronave, de acordo com a reivindicação 17 ou 18, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os elementos de aquecimento são formados de elementos de aquecimento catalíticos.

20. Aeronave, de acordo com uma das reivindicações

de 1 a 19, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a célula de combustível compreende uma chapa bipolar, cuja chapa bipolar compreende como um material um plástico condutivo.

21. Aeronave, de acordo com a reivindicação 20,
5 **CARACTERIZADA** pelo fato de que a chapa bipolar compreende:

uma primeira face principal;

uma segunda face principal; e

uma pluralidade de canais,

10 onde uma primeira parte da pluralidade de canais está disposta na primeira face principal, e

onde uma segunda parte da pluralidade de canais está disposta na segunda face principal, de tal maneira que os canais da primeira parte da pluralidade de canais não estão voltados para os canais da segunda parte da pluralidade
15 de canais.

22. Aeronave, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende um sistema de suprimento de água, o sistema de suprimento de água compreendendo:

20 um sistema de célula de combustível como definido em uma das reivindicações de 1 a 21;

um tanque de combustível;

um conversor; e

um cambiador térmico,

25 onde o conversor é projetado como um conversor DC/DC/AC;

onde o cambiador térmico é projetado de tal maneira que, por meio do mesmo, o calor produzido pelo sistema de célula de combustível pode ser conduzido para longe; e

onde o tanque de combustível é projetado de tal maneira que, por meio do mesmo, pode ser suprido combustível para o sistema de célula de combustível.

23. Aeronave, de acordo com a reivindicação 22,
5 **CARACTERIZADA** pelo fato de que um ponto de operação do sistema de suprimento de água é otimizado com relação ao peso total de um sistema de suprimento de água.

24. Método para operar um sistema de célula de combustível em uma aeronave com uma cabina de passageiro,
10 onde o sistema de célula de combustível compreende uma célula de combustível, onde a célula de combustível compreende uma primeira conexão de entrada, uma primeira conexão de saída, uma face catodo e uma face anodo, onde a primeira conexão de entrada é formada como a conexão de entrada da face
15 catodo e onde a primeira conexão de saída é formada como a conexão de saída da face catodo, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

aplicar, na primeira conexão de entrada, um gás com uma pressão, cuja pressão corresponde a uma pressão de
20 ar na cabina de passageiro.

colocar uma pressão negativa na conexão de saída da célula de combustível; e

sugar gás para a face catodo da célula de combustível pela pressão negativa.

25 25. Uso de um sistema de célula de combustível em uma aeronave, **CARACTERIZADO** pelo fato de ser como definido em uma das reivindicações de 1 a 23.

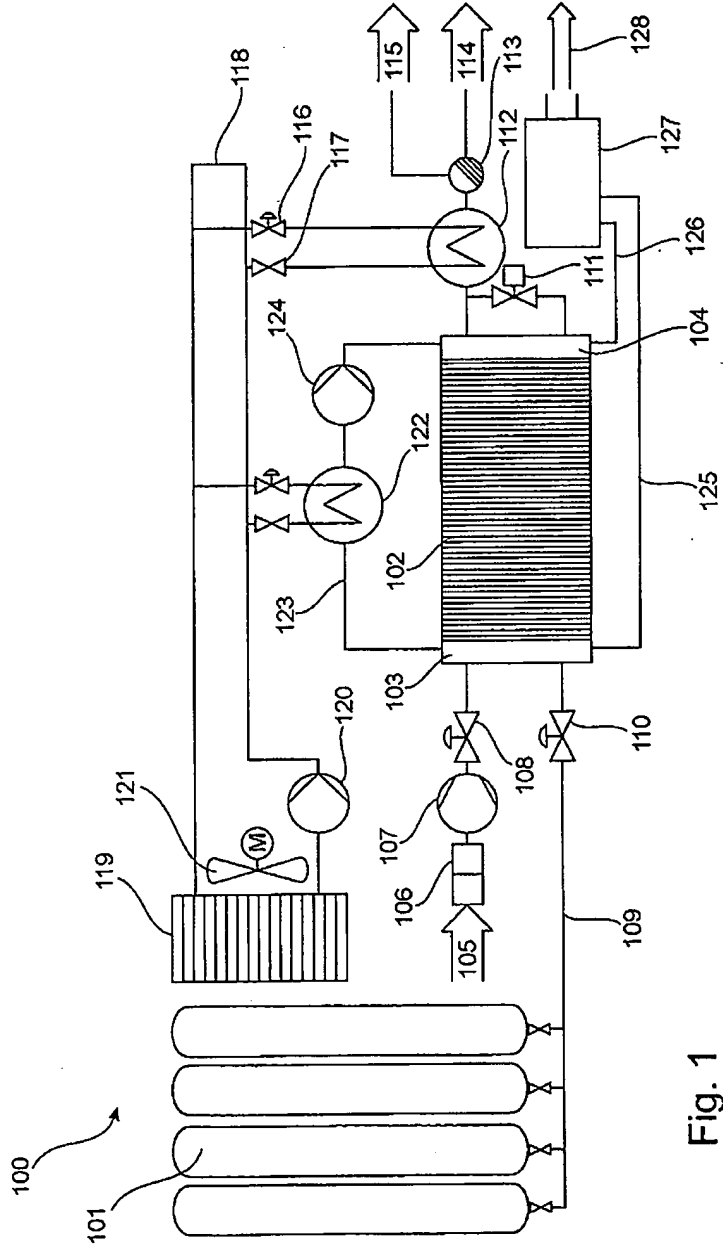


Fig. 1

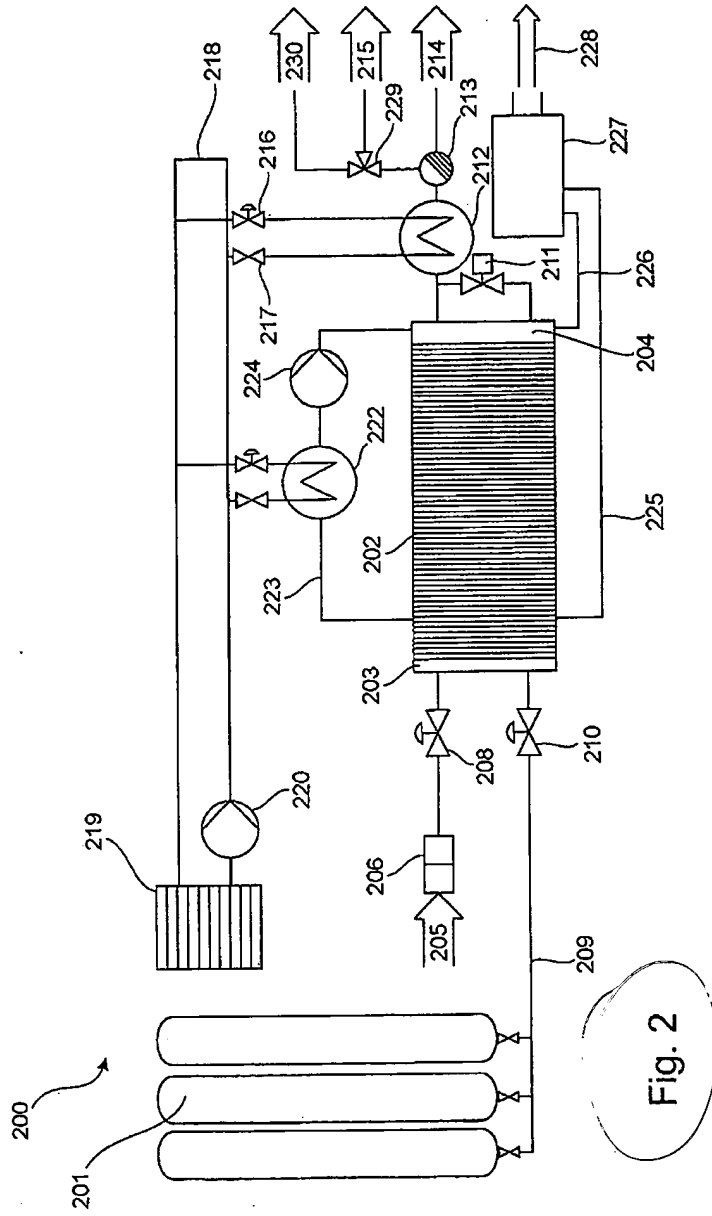


Fig. 2

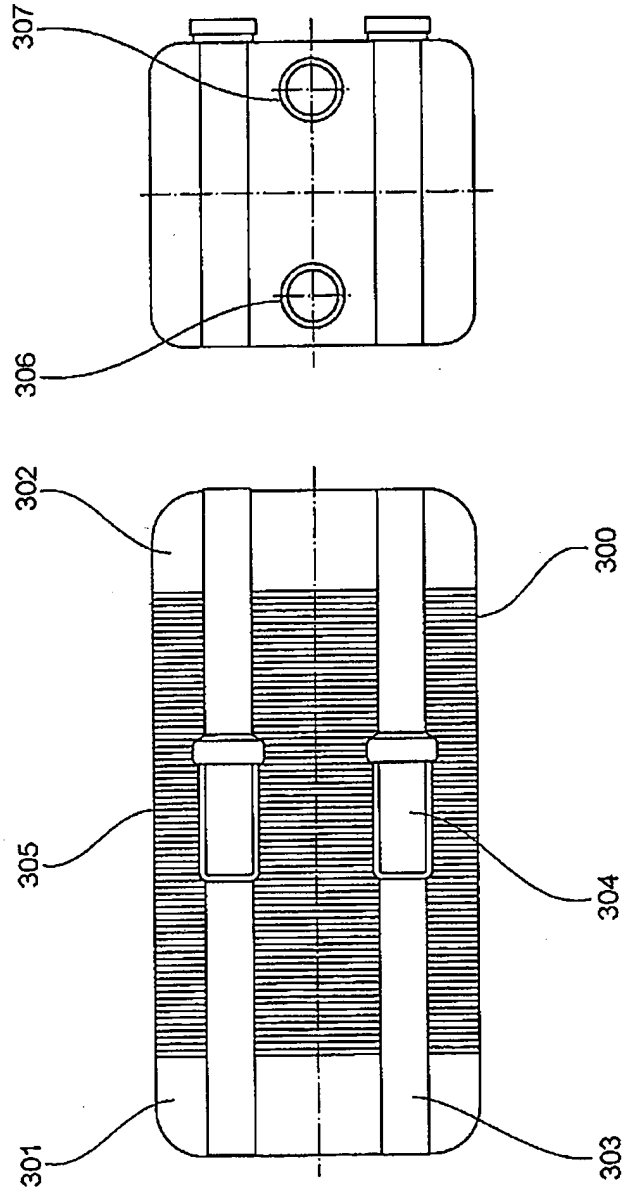


Fig. 3

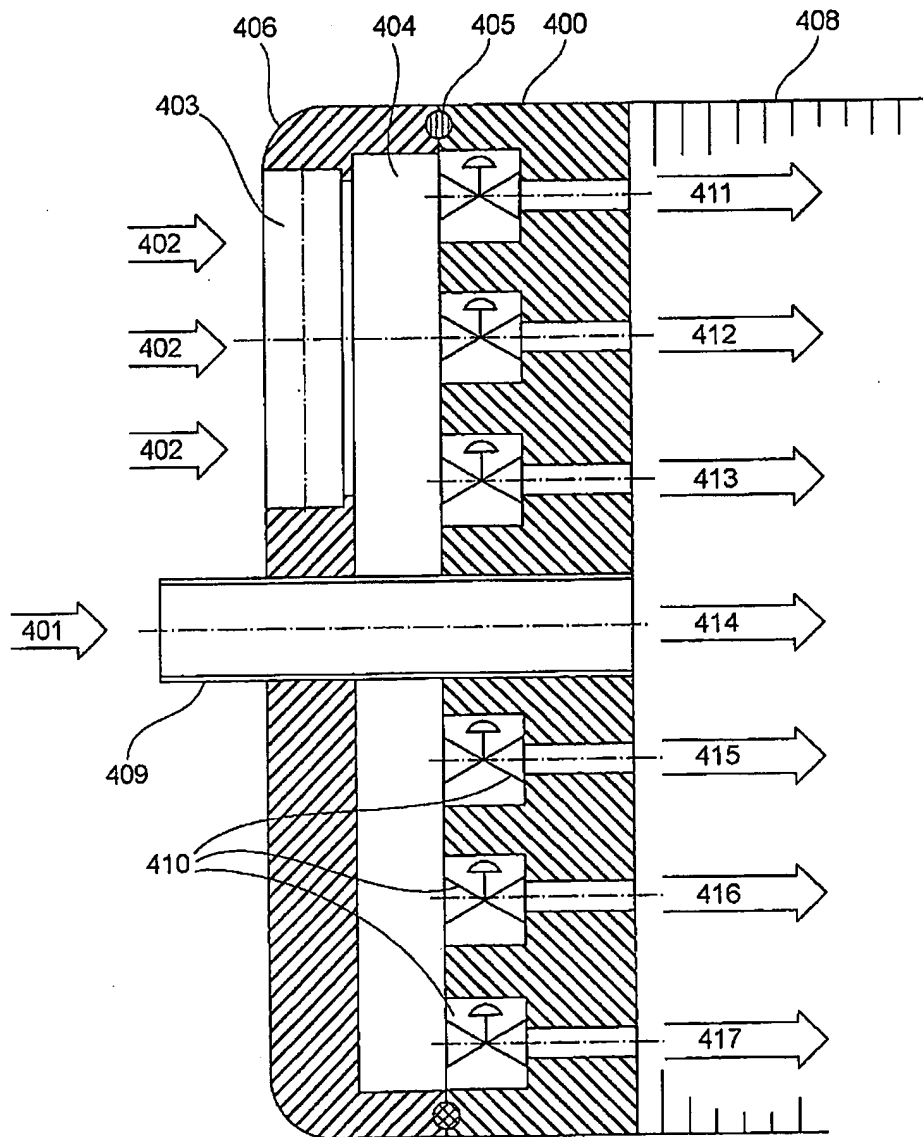


Fig. 4

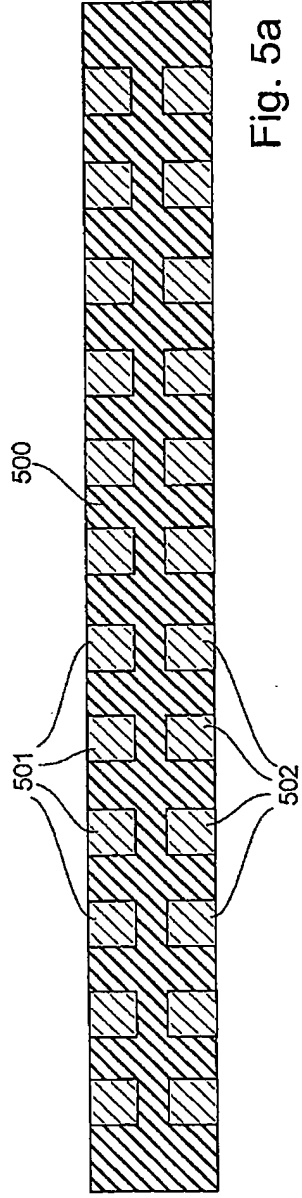


Fig. 5a

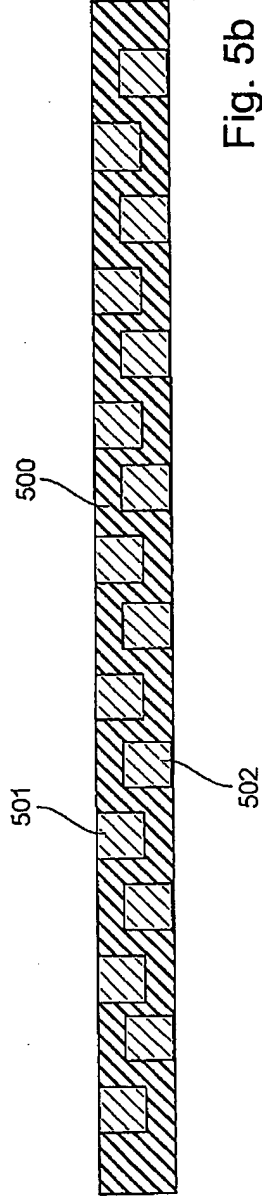


Fig. 5b

Fig. 5

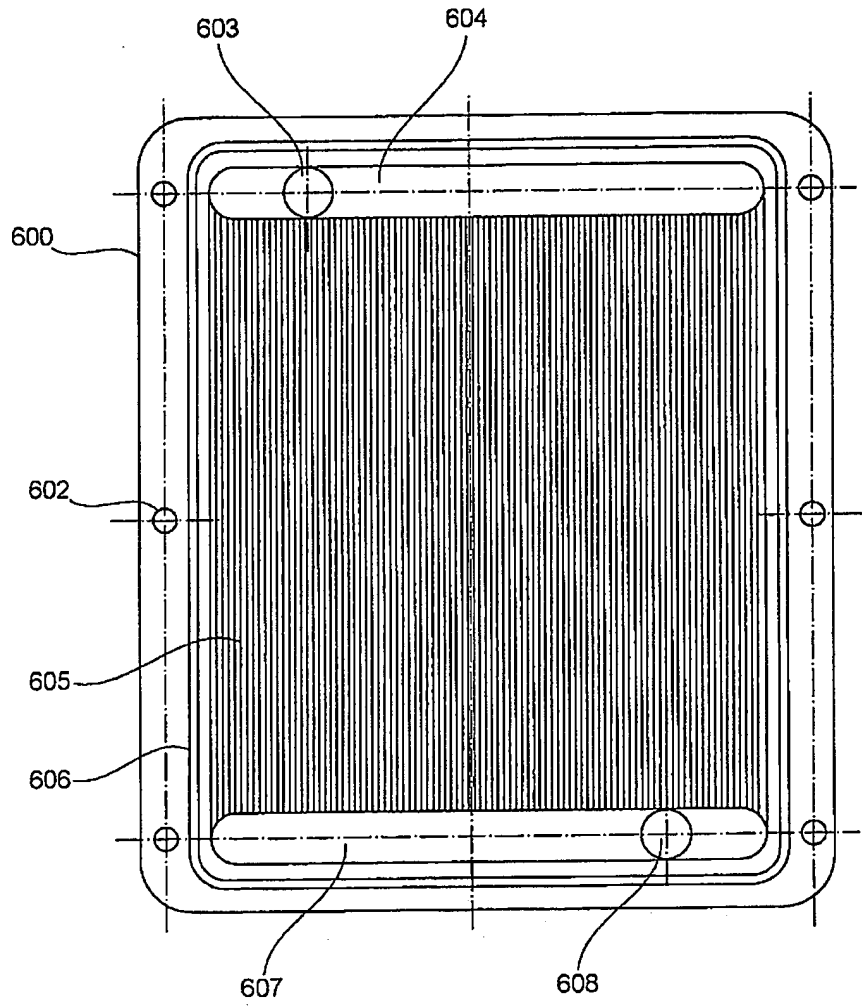


Fig. 6

RESUMO

"AERONAVE COM UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL
E MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL EM
UMA AERONAVE"

5 Trata-se de um sistema de célula de combustível
para aeronave com uma cabina de passageiro compreendendo uma
célula de combustível. A célula de combustível compreende
uma primeira conexão de entrada, uma primeira conexão de sa-
ída, uma face catodo e uma face anodo, onde a primeira cone-
10 xão de entrada é formada como a conexão de entrada da face
catodo e onde a primeira conexão de saída é formada como a
conexão de saída da face catodo. Além disso, o sistema de
célula de combustível é projetado de tal maneira que, na
primeira conexão de entrada, é aplicado um gás com uma pres-
15 são, que corresponde a uma pressão de ar na máquina de pas-
sageiro.