



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 335 132**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06722476 .6**

96 Fecha de presentación : **11.02.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1849203**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.10.2007**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar células de combustible para sistemas que se pueden cargar con calor de manera limitada y pila de células de combustible para poner en práctica el procedimiento.**

30 Prioridad: **14.02.2005 DE 10 2005 007 180**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.03.2010

73 Titular/es: **ZAE Bayern Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung e.V.
Walther-Meissner-Strasse 6
85748 Garching, DE**

72 Inventor/es: **Cremers, Carsten;
Schölkopf, Wolfgang y
Stimming, Ulrich**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 335 132 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para hacer funcionar células de combustible para sistemas que se pueden cargar con calor de manera limitada y pila de células de combustible para poner en práctica el procedimiento.

La presente invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar células de combustible para sistemas que se pueden cargar de forma limitada con calor con superficies que se pueden tocar y/o componentes sensibles al calor, en particular de una pila de células de combustible que se hace funcionar con aire y combustible. La invención se refiere además a células de combustible o pilas de células de combustible dimensionadas para la realización del procedimiento con fuente de aire dispuesta por el lado del cátodo y fuente de combustible conectada aguas arriba por el lado del ánodo.

En una célula de combustible reaccionan, en una combustión controlada, como es sabido un combustible con oxígeno con la formación de agua. Al mismo tiempo, se genera energía eléctrica de una manera ventajosa, es decir con un rendimiento alto y con una emisión de contaminantes pequeña, y se suministra a un consumidor. Como combustible se utilizan, entre otros, alcohol, hidrocarburos, hidrógeno, éster o éter. El aprovisionamiento de oxígeno por el lado del cátodo tiene lugar, por ejemplo, mediante suministro de aire del entorno, mientras que en el ánodo el hidrógeno se proporciona o bien directamente o -como por ejemplo en la célula de combustible de metanol directo mediante suministro de metanol- indirectamente. La reacción electroquímica en el ánodo consiste en la célula de combustible de metanol directo en la transformación de metanol y agua en CO_2 , H^+ y e^- . Los iones de hidrógeno se desplazan por el electrolito hacia el cátodo, mientras que electrones libres son debidos al conductor eléctrico. El oxígeno en el cátodo reacciona con los iones de hidrógeno y con la captación de electrones, de manera que como producto de reacción se forma agua.

En cada célula de combustible, es necesario separar de tal manera el ánodo y el cátodo que el combustible suministrado por el lado del ánodo no llegue al lado del cátodo y sea oxidado allí, si bien esté garantizado por otro lado el intercambio de protones. Para ello, se utiliza usualmente una membrana de electrolito polímero la cual, por ejemplo, consta de un material conocido bajo el nombre de la marca Nafion[®] y que está aplicado en capas sobre el lado del ánodo y el lado del cátodo con su material de electrodo para la formación del ánodo y del cátodo. Además, la unidad de electrodo de membrana así formada está ocupada en ambos lados con un material de catalizador realizado en un metal noble (platino, rutenio). La unidad de electrodo de membrana está dispuesta entre dos placas bipolares eléctricamente conductoras dotadas con estructuras de distribución de fluido las cuales sirven tanto para el suministro y la retirada de los eductos y los productos de reacción así como también para el contacto eléctrico y la derivación de la corriente eléctrica entre el ánodo y el cátodo hacia los consumidores de corriente del aparato considerado. Para poder suministrar la energía eléctrica para hacer funcionar el aparato considerado con el nivel necesario, se reúne un gran número de células de combustible, descritas con anterioridad, para formar un apilamiento o pila de células de combustible el cual es mantenido unido de forma obturada mediante unas placas finales previstas a ambos lados del apilamiento. Por la expresión célula de combustible debe entenderse siempre en lo que viene a continuación también una pila de células de combustible el cual se designa también, por simplicidad, como pila.

Bajo el aspecto del suministro de energía de sistemas que se pueden cargar de forma limitada, por ejemplo de aparatos electrónicos portátiles, las células de combustible conocidas del tipo descrito anteriormente son desventajosas en la medida en que para la provisión de la potencia eléctrica necesaria se necesitan superficies activas (superficies de electrodo) grandes. A causa de ello, debido al material costoso (Nafion, metal noble) utilizado para las unidades de membrana de electrodo, son altos, por un lado, los costes y, además también, las necesidades de espacio y el peso. Por otro está limitada sin embargo, en aparatos con superficies que se pueden tocar y en aparatos electrónicos, la temperatura de funcionamiento de la célula de combustible, la cual en un margen de temperatura elevado, es decir entre 30°C y 110°C , tiene como consecuencia un aumento de la densidad de potencia (W/cm^2) de la célula de combustible, dado que la pila, debido a que por regla general es el componente más caliente de los sistemas de este tipo, no puede superar generalmente, a causa del posible contacto y de la capacidad de carga térmica limitada de determinados componentes, una temperatura superficial de 50°C . La presente invención se refiere fundamentalmente a células de combustible con una temperatura de funcionamiento elevada correspondiente a la alta potencia a que se aspira, si bien la temperatura exterior admisible de la célula de combustible está limitada debido a una capacidad de carga térmica limitada del sistema en el cual se utiliza la célula de combustible.

La presente invención se plantea el problema de proponer un procedimiento para hacer funcionar una célula de combustible y de formar de tal manera una pila de células de combustible diseñada para llevar a cabo el procedimiento que, para una potencia eléctrica alta, la carga térmica admisible del entorno no sea superada y se minimicen el volumen y el peso de la pila y, en último término, los costes de fabricación.

Según la invención, el problema se resuelve con un procedimiento según las características de la reivindicación 1 así como con una célula de combustible formada según las características de la reivindicación 9. Otras características y perfeccionamientos ventajosos de la invención se pondrán de manifiesto a partir de las reivindicaciones subordinadas.

La idea fundamental de la invención, resultante de las reivindicaciones 1 y 9, consiste, dicho con otras palabras, en que la célula de combustible se hace funcionar con una temperatura de trabajo -óptima- para la consecución de la potencia deseada, preferentemente comprendida entre 60 y 110°C , pero aislada térmicamente hacia el exterior y en que el calor, que se genera como consecuencia de la elevada temperatura de trabajo y del aislamiento térmico, es

ES 2 335 132 T3

retirado con la ayuda de una parte, derivada del aire de reacción suministrado, del aire caliente del cátodo. Con una célula de combustible de este tipo o que se hace funcionar de esta manera se puede conseguir un aumento claro de la potencia, sin que sea superada la temperatura exterior máxima admisible de la célula de combustible o el sistema alimentado por ésta se vea sobrecargado térmicamente. Sorprendentemente se estableció además que con una célula de combustible que se hace funcionar y está estructurada de acuerdo con este procedimiento, con los sistemas conocidos, para la misma irradiación de calor y potencia se puede partir de una reducción del peso y del volumen de la pila así como de los costes de material de aproximadamente el 75%. Esto significa, dicho con otras palabras, que para un peso, un volumen y unos costes que permanecen iguales, así como para un calentamiento o emisión de calor todavía admisible en comparación con las soluciones conocidas hasta ahora, se pueden alcanzar potencias notablemente mayores.

Como perfeccionamiento de la invención el aislamiento térmico tiene lugar con una capa aislante de vacío que reviste la pila de células de combustible. Además, la pila está rodeada por una carcasa, a la cual se suministra por un lado -como parte excedente del aire de trabajo aire de refrigeración el cual es conducido, en una rendija anular situada entre la carcasa y el aislamiento de vacío al lado opuesto de la carcasa. Gracias a ello se retira de la célula de combustible, la carcasa y una parte del calor, condicionado por la elevada temperatura de trabajo y el aislamiento térmico así como, adicionalmente, también el aire de cátodo húmedo y caliente. Para la obtención de las temperaturas de trabajo altas, que deben alcanzarse en un tiempo corto, en especial en la fase de puesta en marcha de la célula de combustible, se calienta previamente el combustible suministrado, por el lado del ánodo, en la alimentación mediante el intercambio de calor con los productos de reacción calientes retirados en el retorno.

En otra estructuración de la invención se utiliza, para el intercambio de calor entre la alimentación y el retorno, un material acumulador de calor latente, cuya temperatura de fusión está situada ligeramente por debajo de la temperatura de trabajo correspondiente de la célula de combustible. El acumulador de calor latente puede estar integrado también en la pila de células de combustible.

Un ejemplo de forma de realización de la invención se explica con mayor detalle sobre la base del dibujo, en cuya única figura está representado un esquema del procedimiento para el funcionamiento de una célula de combustible de metanol directo estructurada según la invención.

La pila de células de combustible de metanol directo 1 comprende un gran número de unidades de electrodo de membrana y placas bipolares dispuestas alternadas, las cuales están sujetas comprimidas entre placas finales (no representada en cada caso). La pila está rodeada por una carcasa 2, la cual presenta en su pieza de entrada de aire 2a una abertura de aire adicional 3 con ventilador 4 conectado aguas arriba para el suministro de aire fresco al lado del cátodo de las células de combustible individuales y en la pieza de salida de aire 2b, situada en el lado opuesto, una abertura de aire de escape 5 para la retirada de aire de cátodo húmedo, caliente. En la pieza de entrada de aire 2a de la carcasa 2 está conectado aguas arriba a la pila de células de combustible 1 un distribuidor de aire 6, realizado en un material sinterizado o material no tejido en forma de placas, para el suministro de aire distribuido de manera uniforme hacia el lado del cátodo de las células de combustible individuales. En el lado de salida de aire opuesto de la pila de células de combustible 1 está dispuesto, dentro de la pieza de salida de aire 2b de la carcasa 2, un refrigerador de aire de escape 7 -en este caso en forma de placa- para la refrigeración y deshumidificación del aire de cátodo húmedo y caliente que sale de la pila de células de combustible 1. En la pieza de salida de aire 2b está prevista, además, una abertura de salida de agua de condensación 8. La pila de células de combustible 1 está rodeada, por el perímetro exterior, con una capa de aislamiento térmico 9, la cual está realizada en un material aislante de vacío con una acción aislante elevada y un grosor de capa correspondientemente pequeño. La carcasa 2 rodea la pila de células de combustible 1 en el perímetro a una distancia pequeña con respecto a la capa de aislamiento térmico 9, de manera que entre ésta y la superficie perimétrica interior de la carcasa 2, está formada una rendija anular 10 estrecha, la cual conecta la pieza de entrada de aire 2a de la carcasa 2 con su pieza de salida de aire 2b.

El suministro de combustible al lado del ánodo de las células de combustible tiene lugar desde un recipiente de combustible-agua 11, el cual es cargado desde un tanque de combustible 12 -lleno de metanol. La mezcla de metanol-agua es conducida a través de una tubería de alimentación 13 y un intercambiador de calor 14 -que funciona en este caso sobre la base de un material acumulador calor latente realizado en parafina- a la pila de células de combustible 1, mientras que la solución de metanol empobrecida es conducida, a través de una conducción de retorno 15, a la cual están conectados el intercambiador de calor 14 y el refrigerador de retorno 16, de vuelta al recipiente de combustible-agua 11. En la tubería de alimentación 13 se encuentra un sensor de combustible 17, el cual está conectado con un control 18 para el suministro de combustible. En el recipiente de combustible-agua 11 se encuentra una válvula de salida de gas 19 para la retirada del CO₂ formado durante el proceso de las células de combustible. Además, el recipiente de combustible-agua 11 está conectado a través de la tubería 20 con la abertura de salida de agua de condensación 8.

En el presente ejemplo de forma de realización, la pila de células de combustible 1 se hace funcionar, para la consecución de una densidad de potencia elevada, con una temperatura de 90°C. Con la ayuda del intercambiador de calor 14 en la tubería de alimentación 13 se calienta previamente la mezcla de metanol-agua suministrada a la pila de células de combustible 1. El material acumulador del intercambiador de calor formado como acumulador de calor latente tiene un punto de fusión que está ligeramente por debajo de la temperatura de funcionamiento de la pila de células de combustible. En particular, durante la puesta en marcha de la pila de células de combustible 1 garantiza, el calentamiento del combustible posible con el material acumulador de calor latente, que se alcance

ES 2 335 132 T3

rápida-mente la temperatura de funcionamiento y con ello un inicio rápido del proceso de generación de corriente. Con la ayuda del ventilador 4 se introduce aire en la pieza de entrada de aire 2a y se conduce, a través del distribuidor de aire 6, hacia el cátodo de las células de combustible de la pila de células de combustible 1. Una gran parte del aire suministrado es conducida, sin embargo, para la refrigeración de los en la rendija anular 10 en la pieza de salida de aire 2b de la carcasa 2, para refrigerar el aire de cátodo correspondientemente caliente, como consecuencia de la elevada temperatura de funcionamiento, que sale de la pila de células de combustible 1. El aire de cátodo húmedo y caliente sale del refrigerador de aire de escape 7, refrigerado con aire de refrigeración, y es refrigerado. El agua extraída por condensación al mismo tiempo en el refrigerador de aire de escape 7 llega, a través de la abertura de salida de agua de condensación 8 y la tubería 20, al recipiente de combustible-agua 11. En particular, la capa aislante térmica 9, prevista en el perímetro de la pila de células de combustible 1, limita la temperatura superficial que cabe esperar a causa de la elevada temperatura de funcionamiento y el calor irradiado a un valor admisible para componente con superficie que se pueden tocar y elementos electrónicos. El aire conducido a través de la rendija anular 10 da lugar a una refrigeración adicional. La solución de metano empobrecida que sale con la temperatura de funcionamiento elevada es conducida a través del intercambiador de calor 14 y, a continuación, a través del refrigerador de retorno 16 y es refrigerada, al mismo tiempo, a una temperatura inferior a 50°C y llega, después, al recipiente de combustible-agua 11.

Gracias a la temperatura de funcionamiento alta (de 90°C en el presente ejemplo de forma de realización), posible con la pila descrito con anterioridad, se puede aumentar notablemente la densidad de potencia (W/cm^2) de la célula de combustible o la superficie activa y reducir con ello el volumen y el peso de la pila con respecto a una pila con la misma potencia, que se haga funcionar a una temperatura más baja, que no esté aislado y que no esté refrigerado. En el caso de la pila descrita anteriormente con una potencia de 50 W, una temperatura de trabajo de 90°C y una temperatura superficial que no supera los 50°C, debido al aislamiento y la refrigeración según la invención, se puede reducir, en comparación con una pila conocida con la misma potencia y temperatura superficial, la superficie activa y con ello la necesidad de metal noble o de Nafion en aproximadamente el 75% y el volumen en aproximadamente el 60%.

Lista de signos de referencia

30	1	Pila de células de combustible
	2	carcasa
	2a	pieza de entrada de aire
35	2b	pieza de salida de aire
	3	abertura de aire adicional
40	4	ventilador
	5	abertura de aire de escape
	6	distribuidor de aire
45	7	refrigerador de aire de escape
	8	abertura de salida de agua de condensación
50	9	capa de aislamiento térmico
	10	rendija anular
	11	recipiente de combustible-agua
55	12	tanque de combustible
	13	tubería de alimentación
60	14	intercambiador de calor (acumulador de calor latente)
	15	conducción de retorno
	16	refrigerador de retorno
65	17	sensor de combustible

ES 2 335 132 T3

	18	control
	19	válvula de salida de gas
5	20	tubería
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		

REIVINDICACIONES

5 1. Pila de células de combustible para sistemas que se pueden cargar de forma limitada con calor, que está formada rodeada a una distancia de una carcasa (2) y estando formada una rendija anular (10) entre la pila de células de combustible (1) y la carcasa (2), que está conectada con una pieza de entrada de aire (2a), conectada a una fuente de aire, para el suministro de aire de trabajo a la pila de células de combustible (1), y con una capa de aislamiento térmico (9), **caracterizada** porque la capa de aislamiento térmico (9) reviste la pila de células de combustible (1) y la rendija anular (10) está formada entre la capa de aislamiento térmico (9) y la carcasa (2), porque la pieza de entrada de aire (2a) está conectada tanto a la pila de células de combustible (1) como también al suministro de una pieza de aire adicional excedentaria en la rendija anular (10) y porque la pieza de entrada de aire (2a) está conectada, a través de la rendija anular (10), con una pieza de salida de aire (2b), en la cual entran el aire de cátodo caliente y el aire adicional suministrado a través de la rendija anular (10) y estando dispuesto un refrigerador de aire de escape (7) para la refrigeración del aire de cátodo caliente con el aire adicional.

15 2. Pila según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la capa de aislamiento térmico (9) consta de un material aislante de vacío.

20 3. Pila según la reivindicación 1, **caracterizada** porque en la pieza de entrada de aire (2a) está dispuesto un distribuidor de aire (6) para el suministro de aire distribuido de manera uniforme a la pila de células de combustible (1) y para la continuación de la conducción de una gran parte del aire adicional, que sirve para la refrigeración, a través de la rendija anular (10) hacia el refrigerador de aire de escape (7).

25 4. Pila según la reivindicación 3, **caracterizada** porque el distribuidor de aire (6) es una placa conectada aguas arriba a la pila realizada en un material sinterizado o no tejido.

30 5. Pila según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el refrigerador de aire de escape (7) es un cuerpo en forma de placa, el cual es cargado por un lado con aire de cátodo húmedo, caliente, y por el lado opuesto con aire de refrigeración suministrado.

35 6. Pila según la reivindicación 1, **caracterizada** porque en la pieza de salida de aire (2b) está prevista una abertura de salida de agua de condensación (8) para la evacuación de agua extraída por condensación en el refrigerador de aire de escape a partir del aire de cátodo húmedo, caliente.

40 7. Pila según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la fuente de combustible asignada a la misma es un tanque de combustible (12) con un recipiente de combustible-agua (11) conectado aguas abajo, estando integrado en la alimentación y el retorno hacia el precalentamiento de combustible suministrado y hacia la refrigeración de los productos de reacción reconducidos un intercambiador de calor (14) en el recipiente de combustible-agua (11).

45 8. Pila según la reivindicación 7, **caracterizada** porque el intercambiador de calor (14) está formado como acumulador de calor latente, cuyo material acumulador de calor latente tiene un punto de fusión situado ligeramente por debajo de la temperatura de trabajo de la pila.

9. Pila según la reivindicación 8, **caracterizada** porque el acumulador de calor latente está integrado en la pila.

50 10. Pila según la reivindicación 8, **caracterizada** porque en el retorno entre la pila y el recipiente de combustible-agua (11) está integrado un refrigerador de retorno (16) para la refrigeración posterior de los productos de reacción conducido al recipiente de combustible-agua (11) hasta una temperatura situada por debajo de 50°C.

55 11. Pila según la reivindicación 6, **caracterizada** porque la abertura de salida de agua de condensación (8) está conectada, a través de una tubería, con el recipiente de combustible-agua (11).

60 12. Procedimiento para hacer funcionar una pila de células de combustible según las características de la reivindicación 1, en particular de una pila de células de combustible que se hace funcionar con aire y combustible, aislada térmicamente hacia el exterior, refrigerada en una rendija anular en la carcasa, con una temperatura de trabajo que se forma en correspondencia con la potencia deseada, **caracterizada** porque la cantidad de calor que se produce debido a las temperaturas de trabajo es retirada con el aire de cátodo caliente a través aire adicional excedente suministrado a través de la rendija anular, que excede las necesidades de aire de la célula de combustible.

65 13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la temperatura de trabajo está comprendida entre 60°C y 110°C.

14. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la temperatura de trabajo está comprendida entre 65°C y 90°C.

15. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la temperatura de trabajo está comprendida entre 70°C y 80°C.

ES 2 335 132 T3

16. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque con una parte mayoritaria del aire suministrado es refrigerado el aire de cátodo, caliente y húmedo, directamente mediante mezcla o indirectamente mediante un refrigerador de aire de escape y se extrae al mismo tiempo, por condensación, una porción de agua.

5 17. Procedimiento según la reivindicación 16, **caracterizado** porque el agua de condensación es recogida y es reconducida al proceso.

10 18. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque el combustible, suministrado por el lado del ánodo, es una mezcla de metanol-agua, siendo precalentado el combustible mediante intercambio de calor y siendo refrigerados los productos de reacción que salen por el lado del ánodo.

15 19. Procedimiento según la reivindicación 18, **caracterizado** porque el intercambio de calor tiene lugar a través de un material acumulador de calor latente, cuyo punto de fusión está situado ligeramente por debajo de la temperatura de trabajo de la pila de células de combustible.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

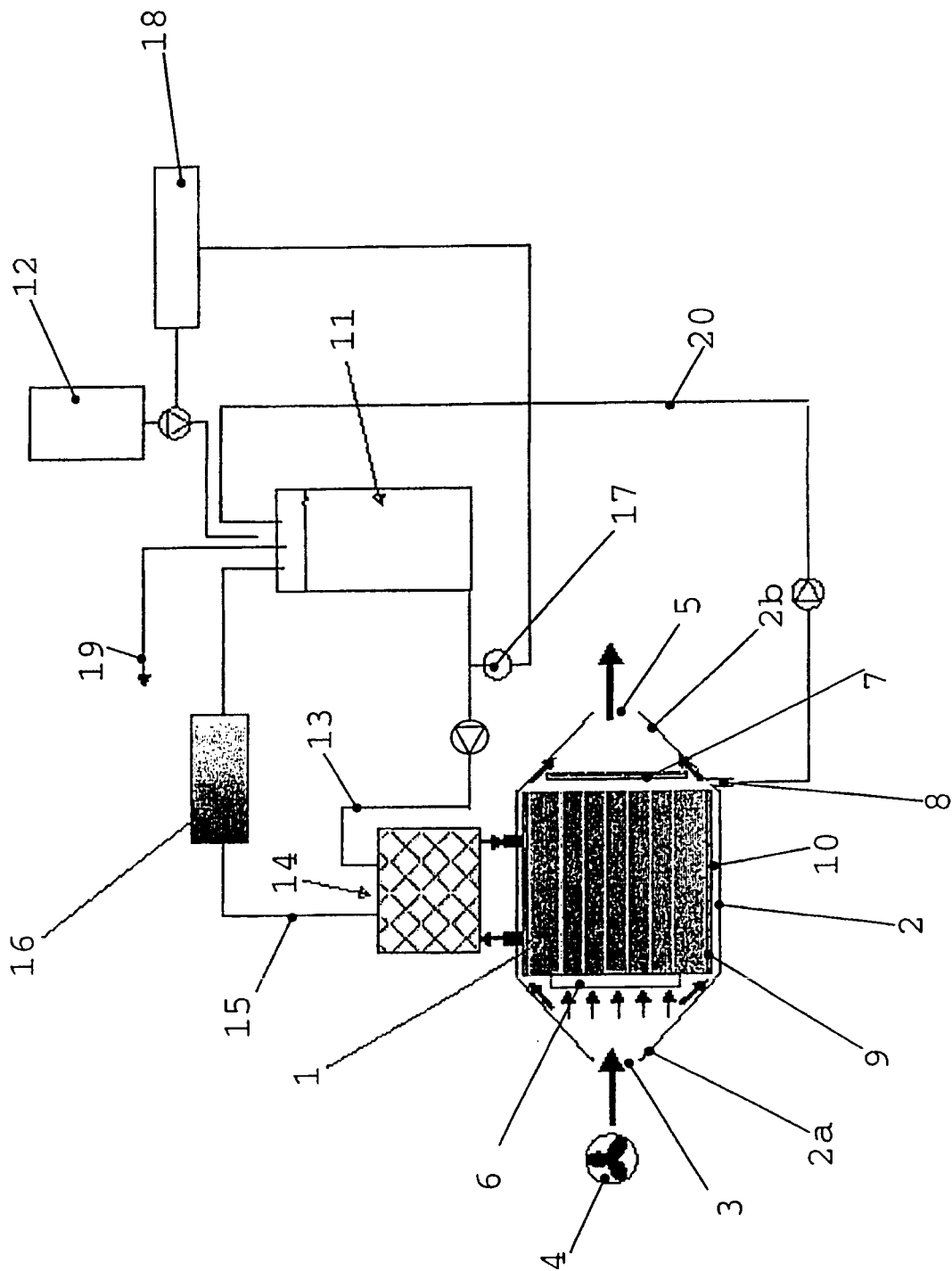


FIG. 1