

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 661**

51 Int. Cl.:

B01J 8/00 (2006.01)

B01J 8/02 (2006.01)

C01B 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.07.2017 PCT/EP2017/066693**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.01.2018 WO18011026**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2017 E 17742661 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3484607**

54 Título: **Reformador de metanol compacto para un submarino**

30 Prioridad:

13.07.2016 DE 102016212757

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.11.2020

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(50.0%)**

**Wertstrasse 112-114
24143 Kiel, DE y
THYSSENKRUPP AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KRUMMRICH, STEFAN;
PEIN, MARC y
RUSER, DENNIS**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 795 661 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

Reformador de metanol compacto para un submarino

5 La invención se refiere a un reformador de metanol para producir hidrógeno para su utilización en una celda de combustible, en especial para utilizar el reformador de metanol a bordo de una embarcación, en especial a bordo de un submarino.

Los submarinos modernos, por ejemplo el submarino de la clase U212A, poseen para la producción de energía una celda de combustible. De este modo es posible una producción de energía independiente del aire exterior, es decir, en especial con el submarino sumergido. Para ello actualmente el hidrógeno se transporta en acumuladores de hidruro metálico, lo que hace posible una transferencia sin riesgo de hidrógeno.

10 Para submarinos más grandes que los buques de la clase U 212A, sin embargo, puede ser conveniente recurrir al metanol en lugar de acumuladores de hidruro metálico. El inconveniente consiste en que es necesario alojar a bordo adicionalmente un reformador. Además de esto el reformador tiene que cumplir también los requisitos para su instalación en un submarino, en especial con respecto a compactibilidad y robustez.

15 Del documento US 2010 / 0254891 A1 se conoce un reactor de intercambio de calor, el cual presenta unos tubos paralelos.

Del documento WO 2009 / 141 517 A1 se conoce un reactor de intercambio de calor, el cual presenta unos tubos paralelos.

Del documento US 2006 / 0248800 A1 se conoce un reactor para reformar el vapor.

Del documento US 3,172,739 A se conoce un reformador para hidrocarburos.

20 Del documento EP 1 679 111 A2 se conoce una membrana para un reformador de vapor.

Del documento DE 103 46 267 A1 se conoce un dispositivo para reformar vapor, para producir hidrógeno en una instalación móvil, y

el objetivo de la invención consiste en poner a disposición un reformador de metanol compacto, el cual sea adecuado para emplearse en un submarino.

25 Este objetivo se consigue mediante un reformador de metanol con las características indicadas en la reivindicación 1. Se deducen unos perfeccionamientos ventajosos de las reivindicaciones dependientes, de la siguiente descripción y de los dibujos.

30 El reformador de metanol conforme a la invención presenta una zona de reacción, una zona de alimentación y una zona de salida, en donde la zona de reacción, la zona de alimentación y la zona de salida están dispuestas unas sobre otras. La zona de reacción está dispuesta abajo. De esta manera tanto la zona de alimentación como la zona de salida están dispuestas por encima de la zona de reacción. En la zona de reacción está dispuesto al menos un primer tubo de reacción coaxial, en donde el al menos un primer tubo de reacción coaxial presenta una zona tubular exterior y una zona tubular interior. La zona tubular exterior está unida a la zona de alimentación y la zona tubular interior está unida a la zona de salida.

35 Mediante este modo constructivo se obtiene una estructura que no presenta ninguna línea de alimentación en el lado inferior del reformador de metanol, sino un suelo estable y fijo. De este modo el reformador puede instalarse bien precisamente en zonas con espacio reducido, por ejemplo a bordo de un submarino. En especial el reformador de metanol puede montarse de forma amortiguada contra las vibraciones y protegida contra sacudidas y, de esta manera, cumple los requisitos especiales en un submarino.

40 Por tubo de reacción coaxial se entienden dos conductos con diferentes diámetro, insertados uno en el otro. El diámetro de los conductos se ha elegido de tal manera, que entre los conductos se forma un espacio intermedio. El espacio intermedio que se obtiene con esta disposición entre el conducto exterior y el conducto interior recibe el nombre de zona tubular exterior y el espacio en el conducto interior recibe el nombre de zona tubular interior.

45 En otra forma de realización de la invención la zona tubular exterior está rellena de un catalizador. Como catalizadores pueden emplearse compuestos intermetálicos como por ejemplo Ni₃Al, CuZn o NiCr, catalizadores de metales nobles, óxidos, como por ejemplo óxido mixto de cobre-cinc-aluminio, o catalizadores metálicos sobre portadores oxidicos, por ejemplo Cu/Zn, Cu/Cr o Cu/Zr sobre Al₂O₃.

50 En otra forma de realización de la invención se introduce agua de forma gaseosa a través de la entrada de agua y se extrae agua líquida a través de la salida de agua. La entrada de agua está dispuesta para ello de forma preferida en la zona superior de la zona de reacción, la salida de agua en la zona inferior de la zona de reacción. De este modo puede aprovecharse también para calentar, además de la capacidad calorífica del agua, la entalpía de vaporización.

Conforme a la invención están dispuestas en una carcasa la zona de reacción, la zona de alimentación y la zona de salida. De forma preferida se trata de una carcasa cilíndrica.

5 Conforme a la invención la zona de salida está dispuesta por encima de la zona de alimentación. La disposición inversa es también perfectamente posible, y entonces se obtienen de forma correspondiente las formas de realización adicionales que se deducen de la misma.

10 Conforme a la invención la zona de reacción y la zona de alimentación están separadas por un primer suelo de separación y la zona de alimentación y la zona de salida están separadas por un segundo suelo de separación. La zona tubular exterior está unida al primer suelo de separación y la zona tubular interior está unida al segundo suelo de separación. Como resultado de ello los reactantes circulan desde la zona de alimentación a la zona de salida a través de la zona de reacción. Conforme a la invención la zona de reacción contiene un dispositivo de precalentamiento y un dispositivo de reacción, en donde ambos están unidos a la zona de alimentación. El dispositivo de precalentamiento y el dispositivo de reacción están dispuestos de tal manera, que los reactantes circulan primero a través del dispositivo de precalentamiento en la zona de reacción, después a través de la zona de alimentación para ser conducidos, a través del dispositivo de reacción en la zona de reacción, hasta la zona de salida.

15 En otra forma de realización de la invención el al menos un primer tubo de reacción coaxial está dispuesto perpendicularmente. De forma especialmente preferida la zona de alimentación está dispuesta por encima de la zona de reacción y la zona de salida por encima de la zona de alimentación.

20 Conforme a la invención la zona de reacción presenta un suelo inferior, en donde el al menos un primer tubo de reacción coaxial está unido al suelo inferior con una unión atornillada. Mediante la unión atornillada al suelo inferior se ejerce una tracción sobre el al menos un primer tubo de reacción coaxial. Mediante esta tracción se consigue que el reformador de metanol presente una mayor resistencia a las sacudidas. De este modo un reformador de metanol correspondiente es especialmente adecuado para su empleo en el campo militar, en especial en embarcaciones, en especial en submarinos. Mediante este efecto el suelo inferior puede ejecutarse más débil y con ello más fino en comparación con un reformador de metanol sin tracción a través del al menos un primer tubo de reacción coaxial.

25 En otra forma de realización de la invención la unión atornillada une la zona tubular interior a la zona tubular exterior. De esta manera la unión atornillada se usa al mismo tiempo para cerrar el al menos un primer tubo de reacción coaxial, así como para desviar la corriente gaseosa desde la zona tubular exterior a la zona tubular interior.

30 En otra forma de realización de la invención el catalizador, tras la extracción de la unión atornillada, puede extraerse de la zona tubular exterior o introducirse en la zona tubular exterior. Debido a que el catalizador tiene que cambiarse habitualmente dentro de la vida útil de un reformador, existe la necesidad de acceder a la zona tubular exterior, que puede garantizarse fácilmente mediante la unión atornillada. Tras la extracción de la unión atornillada puede extraerse primero al catalizador usado desde la zona tubular exterior y, a continuación, introducirse un nuevo catalizador. A continuación se introduce de nuevo la unión atornillada y el al menos un primer tubo de reacción coaxial se cierra de nuevo de este modo. Para rellenar el catalizador se utiliza de forma preferida un dispositivo, el cual asegura que la zona tubular interior no se llene con el catalizador.

35 En otra forma de realización de la invención el catalizador está dispuesto exclusivamente en la zona tubular exterior. Mediante la disposición exclusiva en la zona tubular exterior y por ejemplo no en la zona de alimentación se consigue una temperatura homogénea en la zona del catalizador y, de este modo, una reacción homogénea de la mezcla metanol-agua. Al mismo tiempo se evita el empleo de un catalizador en zonas menos activas y con ello se ahorra un valioso catalizador.

40 En otra forma de realización de la invención se mantiene la zona tubular exterior a una temperatura de al menos 230 °C, de forma preferida de al menos 250 °C, de forma especialmente preferida de 270 °C.

En otra forma de realización de la invención se mantiene la zona tubular exterior a una temperatura de como máximo 310 °C, de forma preferida de como máximo 290 °C, de forma especialmente preferida de como máximo 280 °C.

45 En otra forma de realización de la invención se calienta la zona de reacción con vapor de agua a una temperatura de unos 300 °C y a una presión de entre 6 Mpa y 10 Mpa. De este modo se puede aprovechar después la entalpía de vaporización para calentar. Mediante la presión se ajusta al mismo tiempo la temperatura de la fase líquida, que se obtiene del diagrama de fases del agua.

50 En otra forma de realización de la invención están dispuestos en la zona de reacción al menos 20 tubos de reacción coaxiales, de forma preferida al menos 50 tubos de reacción coaxiales, y de forma especialmente preferida al menos 100 tubos de reacción coaxiales.

En otra forma de realización de la invención están dispuestos en la zona de reacción como máximo 500 tubos de reacción coaxiales, de forma preferida como máximo 300 tubos de reacción coaxiales, y de forma especialmente preferida como máximo 200 tubos de reacción coaxiales.

55 En otra forma de realización de la invención el catalizador presenta un tamaño de gran promedio de como máximo 4

mm, de forma preferida de 2 mm, de forma especialmente preferida de 1,5 mm. Esto evita en especial corrientes de derivación en zonas no rellenas de catalizador.

En otra forma de realización de la invención el catalizador presenta un tamaño de grano promedio de al menos 0,1 mm, de forma preferida de 0,3 mm, y de forma especialmente preferida de 0,8 mm.

5 Conforme a la invención en la zona de reacción está dispuesto un dispositivo de precalentamiento para precalentar la mezcla metanol-agua. Mediante el precalentamiento dentro de la zona de reacción la mezcla metanol-agua llega con la temperatura exactamente correcta de la zona de reacción al catalizador en la zona tubular exterior, en donde el catalizador presenta en la zona tubular exterior la misma temperatura. La modificación de la temperatura en el catalizador solo puede hacerse de esta manera mediante la entalpía de reacción.

10 En otra forma de realización de la invención el dispositivo de precalentamiento está unido a la zona de alimentación, y el dispositivo de precalentamiento presenta una entrada para la mezcla metanol-agua.

En otra forma de realización de la invención el dispositivo de precalentamiento se compone de varios tubos de intercambio de calor, que están unidos por sí mismos a la zona de alimentación. Cada uno de los tubos de intercambio de calor puede estar dispuesto de tal manera, que la dirección de flujo sea predominantemente perpendicular a la
15 dirección de flujo principal del medio de calentamiento.

En otra forma de realización de la invención el dispositivo de precalentamiento está diseñado para precalentar una mezcla metanol-agua de al menos 15 °C, de forma preferida de al menos 100 °C, de forma especialmente preferida de al menos 175 °C. Especialmente sencilla es naturalmente la utilización de una mezcla metanol-agua no precalentada con aproximadamente 20 °C. Esto puede llevar sin embargo a una variación de la temperatura de la zona de reacción. Para un modo constructivo total compacto es ventajosa por ello la utilización de una mezcla metanol-agua no precalentada, para simplificar la conducción del proceso la utilización de una mezcla metanol-agua precalentada.
20

En otra forma de realización de la invención el dispositivo de precalentamiento para precalentar una mezcla metanol-agua está dispuesto de tal manera en la zona de reacción, que se introduce una nueva mezcla metanol-agua (fría) en la zona superior de la zona de reacción, en donde la zona superior de la zona de reacción se calienta con agua en forma gaseosa. De este modo la mezcla metanol-agua entra en contacto con el vapor de agua mediante técnica térmica, en donde el vapor de agua puede entregar mediante condensación una cantidad de calor relativamente grande a la mezcla metanol-agua.
25

Conforme a la invención el recorrido de flujo discurre en la zona tubular exterior desde arriba hacia abajo. Mediante el flujo dirigido hacia abajo se evita la aparición de un lecho de turbulencia del catalizador.
30

En otra forma de realización de la invención las paredes de la zona de reacción, las paredes de la zona de alimentación y las paredes de la zona de salida, así como el al menos un primer tubo de reacción axial, se componen del mismo material. De este modo los mismos tienen las mismas características de dilatación térmica y características de corrosión, lo que aumenta la vida útil del reformador de metanol.

35 En otra forma de realización de la invención la zona de alimentación y la zona tubular exterior están separadas por una chapa perforada. Mediante la chapa perforada se evita una salida del catalizador en la zona de alimentación. Esto es especialmente importante, ya que el reformador de metanol para llenar la zona tubular exterior con catalizador se gira 180° de forma ventajosa, con lo que la zona de alimentación llega a situarse debajo de la zona de reacción. Sin la chapa perforada el catalizador se llenaría directamente en la zona de alimentación. Debido a que la zona de alimentación sin embargo no se calienta, aquí no debería estar dispuesto ningún catalizador, ya que el catalizador dispuesto aquí en caso contrario refrigeraría la mezcla metanol-agua mediante reacción en el catalizador. Esta mezcla gaseosa refrigerada se entregaría entonces con una temperatura excesivamente baja al catalizador en la zona tubular exterior, con lo que se reduciría la efectividad del reformador de metanol.
40

45 En otra forma de realización de la invención el reformador de metanol presenta un separador de hidrógeno y un quemador, en donde al quemador se alimenta el gas residual del separador de hidrógeno enriquecido por el hidrógeno. Habitualmente solo se separa aproximadamente el 90% del hidrógeno y se alimenta a una celda de combustible, ya que no es rentable un mayor grado de separación. El gas residual con hidrógeno y monóxido de carbono se quema con oxígeno, para generar al menos parcialmente la energía necesaria para el proceso.

50 El modo constructivo compacto y estable del reformador de metanol conforme a la invención lo hace adecuado de forma preferida para utilizarse a bordo de una embarcación, en especial a bordo de un submarino.

A continuación se explica con más detalle el reformador de metanol conforme a la invención basándose en un ejemplo de realización representado en los dibujos.

La fig. 1 muestra una sección transversal esquemática de un reformador de metanol.

La fig. 2 muestra una vista sobre una unión atornillada.

En la fig. 1 se muestra un reformador de metanol 10 en una sección transversal esquemática. La fig. 1 no está a escala para garantizar su comprensión.

El reformador de metanol 10 presenta una zona de reacción 20, una zona de alimentación 30 dispuesta por encima y una zona de salida 40 dispuesta por encima. En la zona de reacción se encuentran a modo de ejemplo tres tubos de reacción coaxiales 50, los cuales presentan una zona tubular exterior 52 y una zona tubular interior 54. El reformador de metanol 10 posee por ejemplo 200 tubos de reacción coaxiales 50, los cuales están dispuestos verticalmente en la zona de reacción 20. La zona de reacción 20 se calienta mediante agua, que se implanta de forma gaseosa a unos 300 °C y 8 Mpa a través de la entrada de agua 60. El agua se condensa en los tubos de reacción coaxiales 50. Por ejemplo la zona de reacción está rellena de agua líquida hasta la mitad, como se muestra, que se extrae a través de la salida de agua 62. La zona de reacción 20, la zona de alimentación 30 y la zona de salida 40 están dispuestas en una carcasa 70. La zona de reacción 20 y la zona de alimentación 30 están separadas entre sí mediante un primer suelo de separación 80. La zona de alimentación 30 y la zona de salida 40 están separadas entre sí mediante un segundo suelo de separación 82. La pared exterior de la zona tubular exterior 52 está unida al primer suelo de separación 80, de tal manera que la mezcla metanol-agua se introduce desde la zona de alimentación 30 en la zona tubular exterior 52, la cual está rellena de catalizador. Igualmente, la pared exterior de la zona tubular interior 54 está unida al segundo suelo de separación 82, de tal manera que la mezcla gaseosa reformada puede llegar desde la zona tubular interior 54 a la zona de salida 40. El gas puede llegar a través de la unión atornillada 90, desde la zona tubular exterior 52, a la zona tubular interior 54. Al mismo tiempo, mediante la unión atornillada 90 el tubo de reacción coaxial se une de forma protegida contra sacudidas al suelo inferior 84. Mediante la extracción de la unión atornillada 90 puede extraerse el catalizador desde la zona tubular exterior 52 y sustituirse el catalizador. Para precalentar la mezcla metanol-agua el reformador de metanol 10 presenta un dispositivo de precalentamiento 100, el cual se compone aquí por ejemplo de dos tubos de intercambio de calor. Alternativamente el dispositivo de precalentamiento puede presentar también solamente una unión a través de la carcasa 70 y no desdoblarse hasta el interior de la zona de reacción 10 por ejemplo en dos, tres o cuatro tubos de intercambio de calor. En la transición entre la zona de alimentación 30 y la zona tubular exterior 52 están dispuestas unas chapas perforadas 110, las cuales dejan pasar el gas pero impiden que entre catalizador en la zona de alimentación 30, incluso si se da la vuelta el reformador de metanol para cargarse con catalizador.

La fig. 2 muestra una unión atornillada 90 en una representación aumentada. La unión atornillada 90 presenta una unión 120, a través de la cual están unidas entre sí la zona tubular exterior 52 y la zona tubular interior 54, de tal manera que puede evacuarse la mezcla gaseosa que ha reaccionado en el catalizador. La unión 120 está ejecutada ventajosamente de tal manera, que no puede llegar ningún catalizador desde la zona tubular exterior 52 a la zona tubular interior 54.

Lista de símbolos de referencia

10	Reformador de metanol
20	Zona de reacción
30	Zona de alimentación
40	Zona de salida
50	Tubo de reacción coaxial
52	Zona tubular exterior
54	Zona tubular interior
60	Entrada de agua
62	Salida de agua
70	Carcasa
80	Primer suelo de separación
82	Segundo suelo de separación
84	Suelo inferior
90	Unión atornillada
100	Dispositivo de precalentamiento
110	Chapa perforada

120 Unión

REIVINDICACIONES

- 1.- Reformador de metanol (10) con una zona de reacción (20), una zona de alimentación (30) y una zona de salida (40), en donde la zona de reacción (20), la zona de alimentación (30) y la zona de salida (40) están dispuestas unas sobre otras, en donde la zona de reacción (20) está dispuesta abajo, en donde en la zona de reacción (20) está dispuesto al menos un primer tubo de reacción coaxial (50), en donde el al menos un primer tubo de reacción coaxial (50) presenta una zona tubular exterior (52) y una zona tubular interior (54), en donde la zona tubular exterior (52) está unida a la zona de alimentación (30) y la zona tubular interior (54) está unida a la zona de salida (40), caracterizado porque en la zona de reacción (20) está dispuesto un dispositivo de precalentamiento (100) para precalentar la mezcla metanol-agua, en donde la zona de reacción (20) contiene un dispositivo de precalentamiento (100) y un dispositivo de reacción, en donde el dispositivo de precalentamiento (100) y el dispositivo de reacción están unidos a la zona de alimentación (30), en donde el dispositivo de precalentamiento (100) y el dispositivo de reacción están dispuestos de tal manera, que los reactantes circulan primero a través del dispositivo de precalentamiento (100) en la zona de reacción (20), después a través de la zona de alimentación (30) para ser conducidos, a través del dispositivo de reacción en la zona de reacción (20), hasta la zona de salida, en donde están dispuestas en una carcasa (70) la zona de reacción (20), la zona de alimentación (30) y la zona de salida (40), en donde la zona de salida (40) está dispuesta por encima de la zona de alimentación (30), en donde la zona de reacción (20) y la zona de alimentación (30) están separadas por un primer suelo de separación (80), y la zona de alimentación (30) y la zona de salida (40) están separadas por un segundo suelo de separación (82), en donde la zona tubular exterior (52) está unida al primer suelo de separación (80) y la zona tubular interior (54) está unida al segundo suelo de separación (82), en donde el recorrido de flujo discurre en la zona tubular exterior (52) desde arriba hacia abajo, en donde la zona de reacción (20) presenta un suelo inferior (84), en donde el al menos un primer tubo de reacción (50) coaxial está unido al suelo inferior (84) con una unión atornillada (90).
- 2.- Reformador de metanol (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque la zona tubular exterior (52) del al menos un primer tubo de reacción coaxial está rellena de un catalizador.
- 3.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la zona de reacción (20) presenta una entrada de agua (60) y una salida de agua (62).
- 4.- Reformador de metanol (10) según la reivindicación 3, caracterizado porque se introduce agua de forma gaseosa a través de la entrada de agua (60) y se extrae agua líquida a través de la salida de agua (62).
- 5.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unión atornillada (90) une la zona tubular interior (54) a la zona tubular exterior (52).
- 6.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el catalizador, tras la extracción de la unión atornillada (90), puede extraerse de la zona tubular exterior (52) o introducirse en la zona tubular exterior (52).
- 7.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el catalizador está dispuesto exclusivamente en la zona tubular exterior (52).
- 8.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se mantiene la zona tubular exterior (52) a una temperatura de al menos 230 °C, de forma preferida de al menos 250 °C, de forma especialmente preferida de 270 °C.
- 9.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se mantiene la zona tubular exterior (52) a una temperatura de como máximo 310 °C, de forma preferida de como máximo 290 °C, de forma especialmente preferida de como máximo 280 °C.
- 10.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se calienta la zona de reacción (20) con vapor de agua a una temperatura de unos 300 °C y a una presión de entre 6 Mpa y 10 Mpa.
- 11.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque están dispuestos en la zona de reacción (20) al menos 20 tubos de reacción coaxiales (50), de forma preferida al menos 50 tubos de reacción coaxiales (50), y de forma especialmente preferida al menos 100 tubos de reacción coaxiales (50).
- 12.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque están dispuestos en la zona de reacción (20) como máximo 500 tubos de reacción (50) coaxiales, de forma preferida como máximo 300 tubos de reacción (50) coaxiales, y de forma especialmente preferida como máximo 200 tubos de reacción (50) coaxiales.
- 13.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el catalizador presenta un tamaño de grano promedio de como máximo 4 mm, de forma preferida de 2 mm, de forma especialmente preferida de 1,5 mm.
- 14.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el catalizador

presenta un tamaño de grano promedio de al menos 0,1 mm, de forma preferida de 0,3 mm, y de forma especialmente preferida de 0,8 mm.

5 15.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las paredes de la zona de reacción (20), las paredes de la zona de alimentación (30) y las paredes de la zona de salida (40), así como el al menos un primer tubo de reacción (50) axial, se componen del mismo material.

16.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la zona de alimentación (30) y la zona tubular exterior (52) están separadas por una chapa perforada (110).

10 17.- Reformador de metanol (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el reformador de metanol (10) presenta un separador de hidrógeno y un quemador, en donde al quemador se alimenta el gas residual del separador de hidrógeno enriquecido con el hidrógeno.

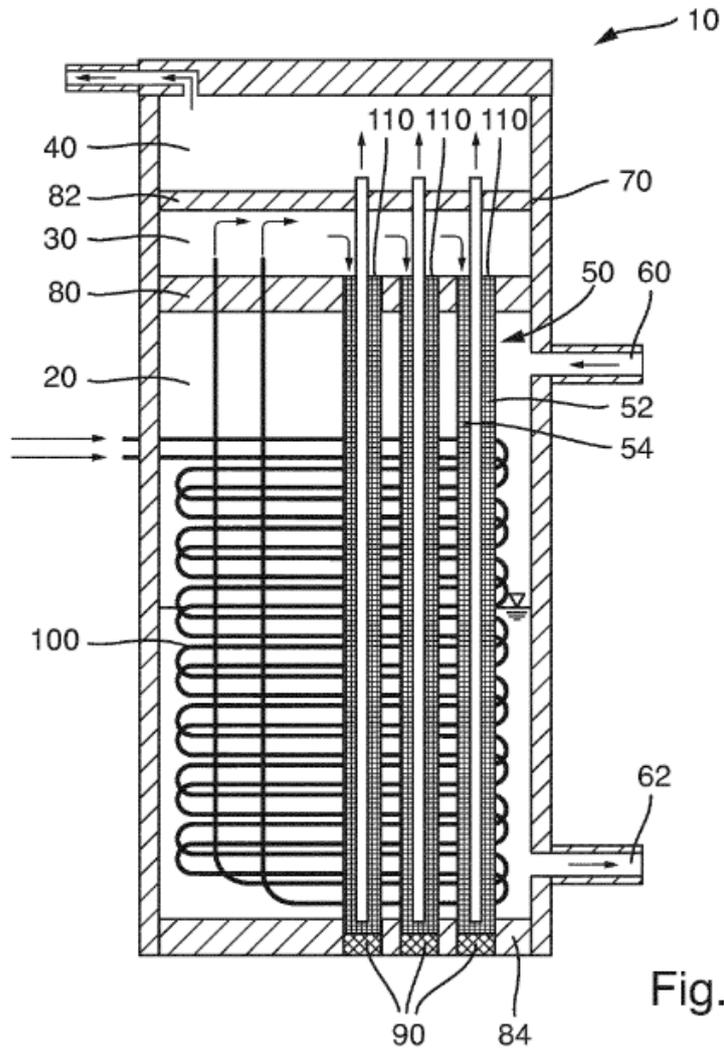


Fig. 1

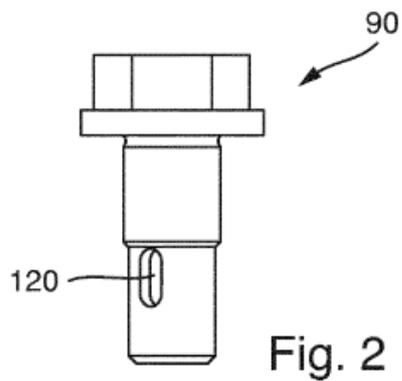


Fig. 2