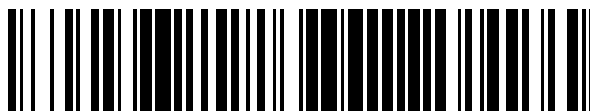


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 997**

51 Int. Cl.:

B01J 19/12 (2006.01)

B01J 37/34 (2006.01)

H05B 6/64 (2006.01)

H05B 6/80 (2006.01)

B01J 19/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2011 PCT/JP2011/064965**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO13001629**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2011 E 11868832 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 2727647**

54 Título: **Aparato de reacción química y procedimiento de reacción química**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.08.2020

73 Titular/es:

**MICROWAVE CHEMICAL CO., LTD. (100.0%)
6-1, Hirabayashiminami 1-chome, Suminoe-ku,
Osaka-shi,
Osaka 5590025, JP**

72 Inventor/es:

**ISHIZUKA, AKINORI;
YOSHINO, IWAO y
MOMOTA, KUNITAKA**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 776 997 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

Aparato de reacción química y procedimiento de reacción química

Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de reacción química y similares para irradiar microondas en un reactor.

5 Antecedentes de la técnica

Convencionalmente, se conocen aparatos de reacción química y procedimientos de reacción química que realizan tratamiento térmico y similares irradiando un material de reacción con microondas (ondas electromagnéticas) (véase el Documento de Patente 1, por ejemplo).

Lista de citas**10 Documento de patente**

Documento de patente 1: JP 2006-516008A (Tokuhyo)

Sumario de la invención**Problema técnico**

15 En tales aparatos convencionales de reacción química y similares, ha habido una demanda para facilitar aún más una reacción química mediante la irradiación más eficiente de microondas. El documento JP2006512554A divulga un aparato químico de microondas con deflectores de partición.

La presente invención se llegó a la vista de estas circunstancias, y es un objeto del mismo proporcionar un aparato de reacción química y similares capaces de irradiar más eficientemente el contenido dentro de un reactor con microondas.

Solución al problema

20 Para lograr el objeto descrito anteriormente, la presente invención se dirige a un aparato de reacción química, de acuerdo con la reivindicación 1.

Con esta configuración, los microondas pueden irradiarse sobre un área superficial más grande. Como resultado, el contenido puede irradiarse eficientemente con microondas, y la reacción del contenido puede facilitarse.

25 Además, el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención puede incluir además al menos una unidad de agitación que agita el contenido dentro del reactor.

Con esta configuración, el contenido se agita, y por lo tanto, el contenido dentro del reactor puede irradiarse más uniformemente con microondas. Como resultado, por ejemplo, se puede evitar una situación en la que solo parte del contenido dentro del reactor se irradia con microondas.

30 Además, en el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, la unidad de agitación puede realizar la agitación mediante el uso de al menos cualquier procedimiento de agitación rotativa, agitación burbujeante y agitación por ondas ultrasónicas.

35 Además, en el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, el reactor puede permitir que fluya una materia prima y un catalizador sólido, y el aparato de reacción química puede incluir además una porción de separación del catalizador que separa el catalizador sólido de un material del producto después de una reacción en el reactor.

Con esta configuración, se puede obtener un material del producto después de la reacción de la que se ha separado el catalizador sólido.

40 Además, el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención puede incluir además una porción de mezcla que mezcla una materia prima y un catalizador sólido, y la materia prima y el catalizador sólido mezclados por la porción de mezcla pueden cargarse en el lado aguas arriba en el reactor.

Con esta configuración, la materia prima y el catalizador sólido se mezclan antes de cargarse en el reactor, y por lo tanto, la reacción dentro del reactor se facilita aún más.

Además, en el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, el catalizador sólido puede ser absorbente de microondas o sensible a microondas.

45 Con esta configuración, el catalizador sólido se calienta de manera más eficiente, y por lo tanto, la reacción de la materia prima cerca del catalizador sólido se facilita aún más.

En el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, el reactor tiene múltiples cámaras que se disponen de forma continua en serie.

5 Con esta configuración, el contenido sufre una reacción mientras se retiene en cada cámara. Como resultado, el contenido puede irradiarse efectivamente con microondas en cada cámara, y por lo tanto, se puede evitar una situación en la que la materia prima sin reaccionar se descarga del reactor (es decir, una situación en la que la materia prima fluye desde la entrada hasta la salida del reactor).

10 En el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, el reactor tiene múltiples placas divisorias que dividen el interior del reactor en múltiples cámaras, y las placas divisorias se proporcionan con una trayectoria de flujo a través de la cual el contenido fluye desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo. Se pueden realizar múltiples cámaras en el reactor mediante las placas divisorias.

Además, en el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, la trayectoria de flujo es una trayectoria de flujo que permite que el contenido fluya sobre cada una de las placas divisorias.

Además, en el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, las placas divisorias pueden transmitir cada una microondas.

15 Con esta configuración, las microondas se irradian incluso a través de las placas divisorias, y, por lo tanto, el contenido puede irradiarse de manera más eficiente con microondas.

Además, en el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, la guía de ondas puede proporcionarse en una localización de las placas divisorias.

20 Con esta configuración, las microondas se pueden irradiar a través de una guía de ondas en dos cámaras que han sido divididas por las placas divisorias. Como resultado, las microondas pueden irradiarse de manera más eficiente.

Además, el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención puede incluir además múltiples porciones de medición de temperatura que miden una temperatura dentro de cada cámara en el reactor; y una porción de control de microondas que controla la potencia de las microondas con las que se irradiará cada cámara, de acuerdo con la temperatura medida por cada una de las porciones de medición de temperatura.

25 Con esta configuración, la temperatura de cada cámara se puede mantener a la temperatura deseada.

Además, en el aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención, el número del generador de microondas proporcionado puede ser al menos dos, y los al menos dos generadores de microondas pueden generar microondas que tengan al menos dos frecuencias.

30 Con esta configuración, las microondas pueden actuar sobre una gama más amplia de materiales. Efectos ventajosos de la invención

El aparato de reacción química y similares de acuerdo con la presente invención pueden irradiar más eficientemente un contenido con microondas, y pueden facilitar la reacción del contenido.

Breve descripción de los dibujos

35 La Figura 1 es un diagrama que muestra la configuración de un aparato de reacción química de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama que muestra una configuración interna ejemplar de un reactor de acuerdo con la realización.

La Figura 3A es una vista que muestra una placa divisoria ejemplar de acuerdo con la realización.

La Figura 3B es una vista que muestra una placa divisoria ejemplar de acuerdo con la realización.

40 La Figura 3C es una vista que muestra una placa divisoria ejemplar que no está de acuerdo con la invención.

La Figura 3D es una vista que muestra una placa divisoria ejemplar que no está de acuerdo con la invención.

La Figura 3E es una vista que muestra una placa divisoria ejemplar que no está de acuerdo con la invención.

La Figura 3F es una vista que muestra una placa divisoria ejemplar que no está de acuerdo con la invención.

La Figura 4 es un gráfico que muestra la velocidad de conversión a éster en un ejemplo de acuerdo con la realización.

45 La Figura 5 es una vista que muestra otro reactor ejemplar.

La Figura 6 es una vista que muestra otra porción y guía de onda generadoras de microondas ejemplares.

La Figura 7A es una vista que ilustra una posición para la irradiación de microondas.

La Figura 7B es una vista que ilustra posiciones para la irradiación de microondas.

Descripción de la realización

5 En lo sucesivo, se describirá un aparato de reacción química de acuerdo con la presente invención por medio de una realización. Tenga en cuenta que los elementos constituyentes indicados por los mismos números de referencia son iguales o similares entre sí en la siguiente realización, y, por lo tanto, una descripción de los mismos no puede repetirse.

Realización

10 A continuación, se describirá un aparato de reacción química de acuerdo con una realización de la presente invención con referencia a los dibujos. El aparato de reacción química de acuerdo con esta realización irradia el contenido de un reactor con microondas.

15 La Figura 1 es un diagrama que muestra la configuración de un aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización. El aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización incluye una porción de mezcla 12, un reactor 13, generadores de microondas 14, guías de onda 15, una porción de control de microondas 16, una porción de separación de catalizador 17 y un tanque de almacenamiento de líquido tratado 18.

La porción de mezcla 12 mezcla una materia prima y un catalizador sólido. La porción de mezcla 12 puede mezclar la materia prima y similares con un reactivo. La materia prima puede contener múltiples materiales. Por ejemplo, en el caso de realizar la esterificación en el reactor 13, pueden usarse grasas y aceites y alcohol como materia prima. La materia prima y el catalizador sólido pueden suministrarse a la porción de mezcla 12 mediante bombas 11 como se muestra en la Figura. 1, o puede suministrarse a la porción de mezcla 12 mediante el uso de otros procedimientos. La porción de mezcla 12 puede mezclar dos o más materiales, por ejemplo, haciendo girar un miembro con forma de cuchilla, un miembro con forma de ala o un miembro con forma de tornillo. Tenga en cuenta que, aunque esta realización describe el caso en el que el catalizador que se va a mezclar con la materia prima es un catalizador sólido (catalizador heterogéneo), el catalizador puede ser un catalizador líquido (catalizador homogéneo). Además, el catalizador sólido puede o no formar un lecho fluidizado dentro del reactor 13. Además, no hay limitación en la forma del catalizador sólido. Los ejemplos de la forma del catalizador sólido incluyen varios granos, un cilindro (que puede ser hueco o no), una esfera, un gránulo, un anillo, una carcasa y otras formas. Además, el catalizador sólido puede o no ser, por ejemplo, absorbente de microondas o sensible a microondas. Si el catalizador sólido es absorbente de microondas o sensible a microondas, cuando las microondas se irradian dentro del reactor 13 (descrito más adelante), el catalizador sólido es calentado por las microondas y se facilita la reacción química cerca del catalizador sólido. Tenga en cuenta que la capacidad de absorción de microondas y la sensibilidad de microondas dependen de la frecuencia de las microondas utilizadas para la irradiación, la temperatura dentro del reactor 13 y similares. Es decir, los materiales que tienen un alto factor de pérdida dieléctrica, a la frecuencia de las microondas utilizadas y la temperatura dentro del reactor 13 en el que la materia prima debe sufrir una reacción, proporcionan una alta capacidad de absorción de microondas. En consecuencia, por ejemplo, se puede usar un catalizador sólido que contenga dicho material altamente absorbente de microondas. Por ejemplo, si se irradian microondas a 2,45 GHz, los ejemplos del material absorbente de microondas incluyen carbono, excepto fullereno (por ejemplo, grafito, nanotubos de carbono, carbón activado, etc.), hierro, níquel, cobalto, ferrita y similares. En consecuencia, el catalizador sólido puede contener dicho material absorbente de microondas. Específicamente, el catalizador sólido puede ser un material compuesto en el que se combinan dicho material que absorbe microondas o sensible a microondas y un metal u óxido metálico, un material compuesto en el que dicho material que absorbe microondas o sensible a microondas y un catalizador tal como álcali se combinan catalizador o catalizador ácido, o un compuesto en el que se combinan un material que absorbe microondas o sensible a microondas, un catalizador tal como catalizador alcalino o catalizador ácido, y un metal u óxido metálico. El material compuesto puede formarse, por ejemplo, mediante adsorción física, unión química, aleación u otros procedimientos. Además, en la porción de mezcla 12, el calentamiento preliminar puede o no realizarse para la preparación de la reacción en el reactor 13. En el caso de realizar el calentamiento preliminar, la temperatura en el calentamiento preliminar en la porción de mezcla 12 se controla preferentemente para que esté a una temperatura deseada o en un intervalo de temperatura deseado en el momento cuando la materia prima y similares entran en el reactor 13. Tenga en cuenta que, en el caso de no realizar el calentamiento preliminar en la porción de mezcla 12, el calentamiento correspondiente al calentamiento preliminar puede realizarse en el reactor 13. La materia prima y el catalizador sólido mezclados por la porción de mezcla 12 se cargan en el lado corriente arriba en el reactor 13.

55 El reactor 13 es una unidad de reacción de tipo flujo horizontal en la que el contenido fluye horizontalmente en la que se proporciona un espacio sin rellenar. Ejemplos del contenido incluyen una mezcla de la materia prima y el catalizador. La materia prima y el catalizador mezclados por la porción de mezcla 12 fluyen dentro del reactor 13. Tenga en cuenta que, dado que la reacción química en el reactor 13 produce un material del producto a partir de la materia prima, puede considerarse que el contenido del reactor 13 contiene el material del producto. Es decir, el contenido puede referirse materia prima y/o material del producto. Además, dado que hay un espacio sin rellenar por encima del contenido, el contenido es típicamente un material distinto del gas, es decir, sólido o líquido. Típicamente, el contenido es líquido.

La pared interna del reactor 13 está hecha preferentemente de un material que refleja las microondas. Los ejemplos del material que refleja las microondas incluyen metal. La configuración interna del reactor 13 se describirá más adelante.

5 Los generadores de microondas 14 generan microondas. El aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización puede incluir un generador de microondas 14, o puede incluir dos o más generadores de microondas 14. No hay limitación en la frecuencia de las microondas, y sus ejemplos incluyen 2,45 GHz, 5,8 GHz, 24 GHz, 913 MHz y otras frecuencias que van desde 300 MHz a 300 GHz.

10 Las guías de onda 15 transmiten las microondas generadas por los generadores de microondas 14 al espacio sin rellenar en el reactor 13. Típicamente, el número de guías de onda 15 proporcionadas es el mismo que el número de generadores de microondas 14 como se muestra en la Figura 1. Tenga en cuenta que el estándar de las guías de onda 15 está preferentemente de acuerdo con la frecuencia de las microondas generadas por los generadores de microondas 14.

15 La porción de control de microondas 16 controla la potencia de las microondas con las que se irradiará el reactor 13, de acuerdo con la temperatura medida por las porciones de medición de temperatura 25 (descritas más adelante). El control por la porción de control de microondas 16 hace posible mantener el interior del reactor 13 a una temperatura deseada o en un intervalo de temperatura deseado.

20 La porción de separación de catalizador 17 separa el catalizador del material del producto después de la reacción en el reactor 13. Si el catalizador que se ha mezclado con la materia prima es un catalizador sólido, por ejemplo, se puede usar filtrado para separar el catalizador sólido, o uno de los catalizadores sólidos y el material del producto se puede precipitar para separar el catalizador sólido. Además, si el catalizador sólido contiene una sustancia magnética, se puede usar un imán (que puede ser un imán permanente o un electroimán) para atraer el catalizador sólido para separar el catalizador sólido. Tenga en cuenta que el catalizador sólido separado puede usarse nuevamente según sea apropiado. Además, si se usa un catalizador líquido, puede realizarse la destilación, extracción o neutralización en la porción de separación de catalizador 17 para separar el catalizador.

25 El material del producto del cual el catalizador ha sido separado por la porción de separación del catalizador 17 se carga en el tanque de almacenamiento de líquido tratado 18. Luego, este material del producto se separa según corresponda en un producto final, un subproducto y similares. Por ejemplo, si la materia prima es ácido graso libre, y la esterificación se realiza en el reactor 13, se obtiene un producto que es combustible biodiesel y un subproducto que es agua. En este caso, se usa un catalizador ácido. Además, por ejemplo, si la materia prima es triglicérido y se realiza la transesterificación en el reactor 13, se obtiene un producto que es combustible biodiésel y un subproducto que es glicerina. En este caso, se usa un catalizador alcalino.

Tenga en cuenta que un enfriador (no mostrado) que enfría el material después de la reacción en el reactor 13 puede proporcionarse o no en la ruta después del reactor 13. En el primer caso, por ejemplo, el refrigerador puede usar agua para enfriar el material después de la reacción en el reactor 13.

35 La Figura 2 es un diagrama que muestra una estructura interna ejemplar del reactor 13 de acuerdo con esta realización. En la Figura 2, el reactor 13 tiene múltiples cámaras 31, 32, 33 y 34 que se disponen de forma continua en serie. Las cámaras 31 a 34 se han dividido entre sí mediante múltiples placas divisorias 21 que dividen el interior del reactor 13. Como se describió anteriormente, un espacio sin rellenar 22 está presente en la porción superior dentro del reactor 13. El espacio sin rellenar 22 se irradia con las microondas generadas por los generadores de microondas 14 y se transmite a través de las guías de onda 15. Las guías de onda 15 pueden estar dispuestas respectivamente en las posiciones de las placas divisorias 21 como se muestra en la Figura. 2, o se pueden organizar de manera diferente. En el primer caso, por ejemplo, las microondas que han sido transmitidas por una guía de ondas 15 al espacio sin rellenar 22 se irradian principalmente en dos cámaras que han sido divididas entre sí por la placa de separación 21 en la posición correspondiente a esa guía de ondas 15. Las placas divisorias 21 pueden transmitir microondas, pueden absorber microondas o pueden reflejar microondas. Los ejemplos del material que transmite microondas incluyen teflón (marca registrada), vidrio de cuarzo, cerámica, nitrato de silicio-alúmina y similares. En consecuencia, las placas divisorias 21 que transmiten microondas pueden estar hechas de un material que transmita microondas. Además, los ejemplos del material que absorbe las microondas incluyen carbono, excepto el fullereno y similares. En consecuencia, las placas divisorias 21 que absorben las microondas pueden estar hechas de un material que absorba las microondas. 40 Además, los ejemplos del material que refleja las microondas incluyen metal. En consecuencia, las placas divisorias 21 que no transmiten microondas pueden estar hechas de un material que refleje las microondas. Además, las placas divisorias 21 pueden estar hechas de una combinación de dos o más materiales seleccionados libremente del material que transmite microondas, el material que absorbe las microondas y el material que refleja las microondas.

55 Un contenido 20 tal como la materia prima y similares cargados en el reactor 13 fluye a través de las cámaras 31 a 34 y finalmente se descarga desde el lado aguas abajo (el extremo derecho del reactor 13 en la Figura 2). Tenga en cuenta que se forma una trayectoria de flujo que permite que fluya el contenido en las placas divisorias 21. La trayectoria de flujo permite que el contenido fluya principalmente desde el lado aguas arriba (el lado izquierdo en la Figura 2) hacia el lado aguas abajo (el lado derecho en la Figura. 2) en el reactor 13, pero puede permitir que parte del contenido fluya desde el lado aguas abajo hacia el lado aguas arriba como se indica mediante las flechas inferiores

en la Figura 2. La trayectoria de flujo en las placas divisorias 21 permite que el contenido fluya sobre cada una de las placas divisorias 21. Las Figuras 3A a la Figura 3F son vistas que muestran la placa divisoria 21 provista en el reactor 13 en forma de cilindro, en la dirección longitudinal del reactor 13. En el caso de la trayectoria de flujo de tipo desbordamiento de la invención, la placa divisoria 21 no está presente en la posición del espacio vacío 22 como se muestra en las Figuras 3A y 3B, y el contenido fluye a través de esa posición (es decir, sobre las placas divisorias 21). En ese caso, como se muestra en la Figura 3B, el lado superior de la placa divisoria 21 puede estar provisto de una porción de rebajo 41 a través de la cual fluye el contenido. Con esa configuración, por ejemplo, incluso en el caso de que la superficie líquida del contenido 20 esté al mismo nivel que el lado superior de la placa divisoria 21, el contenido fluye a través del corte de (porción que se ha cortado) la parte de receso 41. Tenga en cuenta que no hay limitación en la forma de la porción de receso 41. La Figura 3B muestra el caso en el que la porción de rebajo 41 tiene la forma de un semicírculo, y los ejemplos de la forma del recorte de la porción de receso 41 incluyen un triángulo, un rectángulo y otras formas. Además, no hay limitación en el número de porciones huecas 41. Por ejemplo, el número puede ser uno como en la Figura. 3B, o puede ser dos o más. Además, en el caso de una trayectoria de flujo de tipo vacío, no de acuerdo con la invención, un vacío 27 puede estar presente entre la placa divisoria 21 y la pared interna del reactor 13 como se muestra en la Figura. 3C, o los huecos 27 pueden estar presentes en la propia placa divisoria 21 como se muestra en la Figura. 3D. Cada vacío 27 tiene preferentemente un tamaño que al menos permite que el contenido fluya a través del vacío. Tenga en cuenta que no hay limitación en la forma y el número de vacíos 27. La Figura 3C muestra el caso en el que el vacío 27 tiene la forma de un anillo, y los ejemplos de la forma del vacío 27 incluyen una forma de C con parte del anillo bloqueado. Además, la Figura 3D muestra el caso en el que cada uno de los huecos 27 tiene la forma de un círculo, y los ejemplos de la forma de los huecos 27 incluyen un triángulo, un rectángulo y otras formas, no de acuerdo con la invención. Además, el número de huecos 27 puede ser, por ejemplo, mayor o menor que el mostrado en la Figura 3D (es decir, puede ser uno o puede ser dos o más). Además, como se muestra en las Figuras. 3E y 3F, la trayectoria de flujo del tipo de desbordamiento y la trayectoria de flujo a través del vacío 27 de la placa divisoria 21 se pueden combinar, no de acuerdo con la invención. Obsérvese que el reactor 13 puede estar inclinado o no para estar más bajo desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo.

Además, como se muestra en la Figura 2, el reactor 13 tiene unidades de agitación 23. Es decir, el aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización tiene una o más unidades de agitación 23 que agitan el contenido dentro del reactor 13. La Figura 2 muestra el caso en el que las cámaras 31 a 34 tienen respectivamente las unidades de agitación 23, pero esto no tiene ninguna limitación. Una o más cámaras pueden no tener la unidad de agitación 23. Además, la Figura 2 muestra el caso en el que cada una de las unidades de agitación 23 tiene la forma de una cuchilla, pero esto simplemente muestra esquemáticamente las unidades de agitación 23. Los ejemplos de las unidades de agitación 23 incluyen una unidad de agitación giratoria, una unidad de agitación burbujeante, una unidad de agitación de ondas ultrasónicas y combinaciones de dos o más de las mismas. Si las unidades de agitación 23 realizan agitación giratoria, la agitación puede realizarse, por ejemplo, girando un miembro con forma de cuchilla, un miembro con forma de ala, un miembro con forma de barra o similar. El miembro en forma de cuchilla, el miembro en forma de ala, el miembro en forma de varilla o similar pueden transmitir microondas, pueden absorber microondas, o pueden reflejar microondas, o pueden estar hechas de una combinación de dos o más materiales libremente seleccionados del material que transmite microondas, el material que absorbe microondas y el material que refleja microondas. La rotación puede realizarse, por ejemplo, girando un miembro en forma de cuchilla o similar unido a un eje de acuerdo con la rotación del eje, o mediante el uso de una fuerza magnética como en el caso de un agitador magnético. En el primer caso que usa un eje, el eje puede proporcionarse independientemente para cada cámara, o puede ser compartido por múltiples cámaras. En el último caso, mediante el uso de una fuerza magnética, un agitador magnético en forma de una varilla, una cuchilla, un ala o similar es girado por un imán. Además, si la agitación giratoria se realiza mediante el uso de un miembro en forma de cuchilla o un miembro en forma de ala, estos miembros pueden o no rotarse para hacer que el contenido del reactor 13 fluya en una dirección desde arriba hacia abajo o en su dirección opuesta. Además, si las unidades de agitación 23 realizan agitación burbujeante, la agitación puede realizarse, por ejemplo, soplando gas en el contenido dentro del reactor 13. Los ejemplos del gas que se inyectará en el contenido incluyen gases inertes como helio o argón, nitrógeno, aire y similares. Además, si las unidades de agitación 23 realizan agitación por ondas ultrasónicas, la agitación puede realizarse, por ejemplo, generando ondas ultrasónicas en una cara inferior o lateral del reactor 13 y luego irradiando el contenido del reactor 13 con las ondas ultrasónicas generadas. Tenga en cuenta que la agitación giratoria, la agitación burbujeante y la agitación por ondas ultrasónicas ya son conocidas y, por lo tanto, se ha omitido una descripción detallada de las mismas. Además, las unidades de agitación 23 pueden realizar la agitación mediante el uso de un procedimiento de agitación diferente al anterior. Por ejemplo, las unidades de agitación 23 pueden realizar una agitación oscilante que hace oscilar el propio reactor 13.

A continuación, se describirán brevemente las razones por las cuales el contenido del reactor 13 es agitado por las unidades de agitación 23. Una primera razón por la cual el contenido es agitado por las unidades de agitación 23 es calentar uniformemente el contenido con microondas. Aunque en función del tipo de contenido y la temperatura del contenido, la profundidad a la que penetran las microondas es fija y, por lo tanto, la agitación se realiza para irradiar uniformemente y calentar uniformemente todo el contenido con microondas. Además, el contenido puede irradiarse más eficientemente con microondas a medida que aumenta el área superficial del contenido en el espacio sin rellenar 22. En consecuencia, una segunda razón por la cual el contenido se agita es para aumentar el área sometida a irradiación de microondas. Por lo tanto, el contenido es agitado por las unidades de agitación 23 preferentemente a una intensidad que permita que la superficie del contenido en el espacio sin rellenar 22 esté desordenada, pero esto no tiene ninguna limitación (si la agitación se realiza por la primera razón, puede ser suficiente para que todo el

contenido finalmente se caliente). Además, dado que la materia prima y similares se agitan mediante el uso de las unidades de agitación 23 de esta manera, incluso en el caso de que una materia prima contenga dos o más materiales que tengan densidades diferentes, estos materiales pueden mezclarse y reaccionar entre sí según sea apropiado. Por ejemplo, cuando los materiales que tienen diferentes densidades, como el alcohol y el aceite residual, reaccionan entre sí en un reactor de flujo vertical, estos materiales se separan fácilmente entre sí. Sin embargo, como en esta realización, si el reactor 13 es de tipo de flujo horizontal y se proporciona con las unidades de agitación 23, estos materiales pueden mezclarse y reaccionar entre sí según sea apropiado. Además, si el reactor 13 se proporciona con múltiples unidades de agitación 23, los tipos de agitación realizados por estas unidades de agitación pueden ser iguales o diferentes entre sí. En el último caso, por ejemplo, la agitación giratoria se puede realizar en la cámara 31, la agitación burbujeante se puede realizar en la cámara 32 y la agitación por ondas ultrasónicas se puede realizar en la cámara 33.

Además, como se muestra en la Figura 2, el reactor 13 también tiene las porciones de medición de temperatura 25. Es decir, el aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización puede tener las porciones de medición de temperatura 25 que miden la temperatura dentro del reactor 13. La temperatura dentro del reactor 13 es preferentemente la temperatura del contenido del reactor 13. La Figura 2 muestra esquemáticamente el caso en el que las cámaras 31 a 34 tienen respectivamente las porciones de medición de temperatura 25, pero esto no tiene ninguna limitación. Una o más cámaras pueden no tener la porción de medición de temperatura 25. Además, la Figura 2 simplemente muestra esquemáticamente las porciones de medición de temperatura 25. Las porciones de medición de temperatura 25 pueden medir la temperatura, por ejemplo, mediante el uso de un termopar, un sensor infrarrojo, una fibra óptica u otros procedimientos. La temperatura medida por las porciones de medición de temperatura 25 (estrictamente hablando, datos que indican la temperatura) se pasa a la porción de control de microondas 16, y se usa para controlar la potencia de las microondas de los generadores de microondas 14. Como se describió anteriormente, este control puede ser un control para mantener la temperatura de las cámaras 31 a 34 a una temperatura deseada o en un rango de temperatura deseado. Por ejemplo, si las microondas se irradian en la posición de cada placa de separación 21 como se muestra en la Figura. 2, el poder de las microondas irradiadas en esa posición puede controlarse, por ejemplo, mediante el uso de una o ambas temperaturas de dos cámaras que han sido divididas entre sí por la placa de división 21 en la posición sometida a la irradiación de microondas. En el primer caso, por ejemplo, el control puede realizarse mediante el uso de una temperatura más baja, mediante el uso de una temperatura más alta o mediante el uso de una temperatura de una cámara especificada de antemano. En el último caso, por ejemplo, el control puede realizarse mediante el uso de un promedio de estas temperaturas.

En el reactor 13 de esta realización, la altura de la superficie líquida del contenido 20 puede ser, por ejemplo, de 1/10 a 9/10 de la altura máxima dentro del reactor 13. Es decir, la altura del espacio sin rellenar 22 puede ser, por ejemplo, 1/10 a 9/10 de la altura máxima dentro del reactor 13. Además, la altura de la superficie líquida del contenido 20 puede ser, por ejemplo, 1/5 a 4/5 de la altura máxima dentro del reactor 13. Tenga en cuenta que, si el vacío 27 está presente como en las placas divisorias 21 en las Figuras 3C a 3F, la altura de la superficie del líquido está determinada por la posición de la salida a través de la cual el material del producto y similares se descargan del reactor 13. En consecuencia, es suficiente que la posición de la salida se establezca en una posición correspondiente a la altura deseada de la superficie del líquido. Es decir, es suficiente que la posición de la salida del reactor 13 se establezca de manera que se pueda asegurar un espacio 22 vacío no deseado. Debido a que la materia prima y similares fluyen sobre las placas divisorias 21 como en las Figuras 3A y 3B, la altura de la superficie del líquido en las cámaras 31 a 33 distintas de la cámara 34 en el lado más aguas abajo está determinada por la altura de las placas divisorias 21 (también en este caso, la altura de la superficie del líquido en la cámara 34 en el lado más aguas abajo está determinada por la posición de la salida). En consecuencia, es suficiente que las placas divisorias 21 que tienen una altura correspondiente a una altura deseada de la superficie del líquido se proporcionen dentro del reactor 13. Es decir, es suficiente que la altura (posición) de la trayectoria de flujo de tipo de desbordamiento sobre las placas divisorias 21 se establezca de tal manera que se pueda asegurar un espacio 22 deseado sin llenar. Se apreciará que, siempre que el contenido 20 se irradie con microondas según sea apropiado, la altura de la superficie líquida del contenido 20 y la altura del espacio sin rellenar 22 no se limitan a las descritas anteriormente.

Además, no hay limitación en la forma del reactor 13. Los ejemplos de la forma del reactor 13 incluyen un cilindro que se alarga en la dirección izquierda-derecha en la Figura 2, un sólido rectangular y otras formas. En esta realización, se describirá un caso en el que el reactor 13 tiene la forma de un cilindro. También en las Figuras 3A a la Figura 3F, como se describió anteriormente, se han descrito las placas divisorias 21 en el caso en el que el reactor 13 tiene la forma de un cilindro.

Además, la cara de la pared del reactor 13 puede estar cubierta por un material aislante del calor. En ese caso, se puede evitar que el calor dentro del reactor 13 se disipe hacia el exterior.

A continuación, se describirá brevemente una operación del aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización. Las bombas 11 suministran la materia prima y el catalizador a la porción de mezcla 12, se mezclan en la porción de mezcla 12 y se cargan en el reactor 13. La velocidad de la materia prima y similares suministrados al reactor 13 se puede determinar de antemano.

La materia prima y similares suministrados al reactor 13 fluyen desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo mientras son agitados por las unidades de agitación 23. En ese momento, las microondas generadas por los

generadores de microondas 14 se transmiten a través de las guías de onda 15 al espacio sin rellenar 22 en el reactor 13, y se irradian sobre la materia prima y similares. Como resultado, la materia prima y similares se calientan, y se facilita la reacción de la materia prima y similares. Tenga en cuenta que las temperaturas de las cámaras 31 a 34 se miden por las porciones de medición de temperatura 25, y se pasan a la porción de control de microondas 16 a través de una ruta que no se muestra. Entonces, la porción de control de microondas 16 controla la potencia de los generadores de microondas 14 de modo que las temperaturas de las cámaras 31 a 34 estén a una temperatura deseada o en un intervalo de temperatura deseado.

El material del producto descargado desde el reactor 13 se carga en la porción de separación del catalizador 17, donde el catalizador se separa del mismo. Luego, el material del producto del cual se ha separado el catalizador es cargado por la bomba 11 en el tanque de almacenamiento de líquido tratado 18. En el tanque de almacenamiento de líquido tratado 18, el material del producto se separa en un producto objetivo y un subproducto. De esta manera, se obtiene un producto final. Además, dicho tratamiento se realiza repetidamente y, por lo tanto, se produce secuencialmente un producto objetivo.

Tenga en cuenta que el tratamiento que separa el catalizador en la porción de separación de catalizador 17 y el tratamiento que separa el material del producto en un producto y un subproducto en el tanque de almacenamiento de líquido tratado 18 puede realizarse secuencialmente cada vez que se carga el material del producto, o puede realizarse en un momento en que la cantidad de material del producto cargado se acumula y alcanza una cierta cantidad. Es decir, el tratamiento en el reactor 13 es de tipo flujo (tipo flujo continuo), pero el tratamiento en la porción de separación de catalizador 17 y el tanque de almacenamiento de líquido tratado 18 en el camino posterior puede ser de tipo flujo o puede ser de tipo lote.

Además, no hay limitación en la reacción química que causada para ocurrir en el aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización, siempre que se trate de una reacción química que se produce por la propia irradiación de microondas o por el calor debido a la irradiación de microondas. Por ejemplo, la reacción química puede ser la producción de combustible biodiesel a través de esterificación o transesterificación, puede ser la producción de materia prima de tinta que es éster, o pueden ser otras reacciones químicas.

A continuación, se describirá a manera de ejemplo el tratamiento que produce combustible biodiesel (éster metílico de ácido graso) a partir de aceite usado mediante el uso del aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización. Se apreciará que la presente invención no se limita a estos ejemplos.

Ejemplo de construcción del sistema de reacción

En este ejemplo, como materia prima, se utilizó una mezcla de grasas y aceites y ácidos grasos libres y alcohol. El alcohol se usó como reactivo. La materia prima y el catalizador fueron enviados por las bombas 11 a la porción de mezcla 12, y se mezclaron uniformemente. El líquido mezclado se suministró al reactor 13. El líquido mezclado dentro del reactor 13 se irradió con las microondas generadas por los generadores de microondas 14, y, por lo tanto, se facilitó la reacción de esterificación. Además, el líquido mezclado dentro del reactor 13 se cargó en las cámaras 31 a 34 que habían sido divididas entre sí por las placas divisorias 21 dentro del reactor 13. El líquido mezclado junto con el catalizador se irradió con microondas mientras las unidades de agitación 23 lo agitaban y, por lo tanto, la reacción progresa. Las microondas se irradian sobre el espacio sin rellenar 22 dentro del reactor 13, y se difundieron dentro del reactor 13. El líquido de reacción en cada cámara se movió a su siguiente cámara a través de una trayectoria de flujo proporcionada en las placas divisorias 21. El líquido de reacción se mantuvo dentro del reactor 13 durante un cierto tiempo de retención, y luego se descargó del reactor 13. El líquido mezclado después de la reacción descargada del reactor 13 se suministró a la porción de separación de catalizador 17. Después de que el catalizador se separó en la porción de separación de catalizador 17, el líquido mezclado se cargó en el tanque de almacenamiento de líquido tratado 18. Del líquido de reacción después de la separación del catalizador, el agua y la glicerina que eran subproductos se separaron adicionalmente en el tanque de almacenamiento de líquido tratado 18 y, por lo tanto, se obtuvo el éster metílico bruto que era un producto objetivo.

Reacción de esterificación del aceite residual industrial

A continuación, se describirá un ejemplo típico de una reacción de esterificación de ácido graso libre mediante el uso de aceite residual industrial. Aceite residual industrial que contiene 34% en peso de ácido graso libre (que también contiene triglicéridos, fracción de brea y similares), 2,8 equivalentes molares de metanol (los equivalentes molares obtenidos al calcular el ácido graso libre en el aceite residual industrial como ácido oleico) como un reactivo y 3% en peso de catalizador ácido sólido (el porcentaje en peso con respecto al aceite residual industrial) se mezclaron en la porción de mezcla 12. Luego, la mezcla se suministró al reactor 13. La velocidad de suministro al reactor 13 se ajustó a aproximadamente 1,2/h en la velocidad espacial que se describe a continuación. Obsérvese que "capacidad de unidad de reacción" en este ejemplo se refiere a una capacidad obtenida restando la capacidad del espacio sin rellenar 22 de la capacidad total del reactor 13.

$$(\text{velocidad espacial}) = (\text{caudal volumétrico de aceite usado})/(\text{capacidad de la unidad de reacción})$$

La potencia de microondas del reactor 13 se sometió a un control de retroalimentación en base a las temperaturas dentro de las cámaras 31 a 34, y, por lo tanto, las temperaturas de las cámaras 31 a 34 se mantuvieron constantes. En este experimento, la temperatura de reacción se ajustó a 70 °C. Figura 4 muestra la velocidad de conversión a éster metílico de ácido graso a través de la reacción de esterificación de ácido graso y metanol en este ejemplo. La ecuación para calcular la velocidad de conversión a éster metílico es la siguiente.

$$\text{tasa de conversión a éster metílico (\%)} = \frac{[\text{concentración de éster metílico}]}{[\text{concentración inicial de ácido graso}]} \times 100$$

Como se puede ver claramente en la Figura 4, la reacción de esterificación progresó rápidamente después del comienzo de la reacción, y la velocidad de conversión alcanzó el 87% en 30 minutos, después de lo cual la velocidad de conversión aumentó gradualmente, y la reacción alcanzó un equilibrio sustancial en 1,5 horas. Tenga en cuenta que no se observaron cambios particulares en los otros componentes del aceite usado. Este resultado muestra que la reacción de esterificación que usa la unidad de reacción de flujo continuo de acuerdo con esta realización puede hacer que la reacción de esterificación progrese eficientemente con respecto al ácido graso libre en el aceite residual, y puede hacer que la reacción ocurra de manera estable de manera continua.

Como se describió anteriormente, con el aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización, el contenido en el reactor 13 puede irradiarse eficazmente con microondas. Como resultado, la reacción química en el reactor 13 se puede facilitar. En particular, dado que el contenido dentro del reactor 13 se agita mediante el uso de las unidades de agitación 23, el contenido puede irradiarse uniformemente con microondas incluso en el caso en que la profundidad a la que penetran las microondas no sea tan profunda. Además, dado que el reactor 13 se divide en múltiples cámaras, el contenido sufre una reacción mientras se retiene en cada cámara y, por lo tanto, el contenido puede irradiarse eficazmente con microondas en cada cámara. Como resultado, se puede evitar una situación en la que la materia prima sin reaccionar se descarga desde el reactor 13 (es decir, una situación en la que la materia prima fluye tal como es desde la entrada a la salida del reactor 13). Además, si el catalizador sólido es absorbente de microondas o sensible a microondas, el catalizador sólido se calienta eficientemente mediante irradiación de microondas y, por lo tanto, se puede facilitar la reacción química cerca del catalizador sólido. De esta manera, se facilita la reacción química dentro del reactor 13 y, por lo tanto, se puede obtener un material de producto más eficientemente.

En esta realización, se ha descrito el caso en el que la porción de mezcla 12 que mezcla la materia prima y el catalizador está presente, pero esto no tiene ninguna limitación. Por ejemplo, si se usa una premezcla de la materia prima y el catalizador, si el reactor 13 también realiza la mezcla, si el catalizador sólido que fluye dentro del reactor 13 se retiene dentro del reactor 13, o si se forma un catalizador sólido se usa un lecho fijo en lugar del catalizador sólido que fluye dentro del reactor 13, el aparato de reacción química 1 no tiene que estar provisto de la porción de mezcla 12. Tenga en cuenta que, si se usa un catalizador sólido que forma un lecho fijo, típicamente, el catalizador sólido que forma un lecho fijo se proporciona dentro del reactor 13. El catalizador sólido que forma un lecho fijo puede fijarse, por ejemplo, al pegarlo en la pared interna del reactor 13, o al colocarlo en una capa llena de catalizador, una columna o similar dentro del reactor 13. Los ejemplos de la forma del catalizador sólido incluyen varios granos, un cilindro (que puede o no ser hueco), una esfera, un gránulo, un anillo, una cáscara, un panel, una espuma, una fibra, un paño, una placa, y otras formas.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que el interior del reactor 13 está dividido por las placas divisorias en las múltiples cámaras 31 a 34. El reactor 13 de la figura 5 no de acuerdo con la invención está configurado por múltiples cámaras independientes que están conectadas entre sí como se muestra en la Figura 5. En el caso de la configuración como se muestra en la Figura. 5, la irradiación de microondas se realiza preferentemente en cada una de las cámaras. Tenga en cuenta que las cámaras pueden tener respectivamente las unidades de agitación 23 y las porciones de medición de temperatura 25, como se describió anteriormente.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que el reactor 13 tiene cuatro cámaras 31 a 34 que se disponen de forma continua en serie como se muestra en la Figura 2, o tiene tres cámaras que se disponen de forma continua en serie como se muestra en la Figura 5, pero no hay limitación en el número de cámaras. Típicamente, a medida que aumenta el número de cámaras, se puede prevenir más efectivamente una situación en la que la materia prima fluye como es desde la entrada a la salida del reactor 13. Además, si la capacidad de cada cámara no cambia independientemente de un aumento o una disminución en el número de cámaras, el tiempo de retención desde cuando el contenido del reactor 13 fluye hacia el reactor 13, hasta cuando el contenido del reactor 13 fluye fuera del reactor 13, se hace más largo a medida que aumenta el número de cámaras, y el tiempo de retención se acorta a medida que el número de cámaras disminuye. En consecuencia, en este caso, el número de cámaras se puede ajustar de manera que se obtenga un tiempo de retención deseado.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que el reactor 13 tiene múltiples cámaras, es decir, el reactor 13 está dividido por las placas divisorias 21 en las múltiples cámaras 31 a 34. Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que se proporcionan los múltiples generadores de microondas 14, pero esto no tiene ninguna limitación. Por ejemplo, las microondas generadas por el generador de microondas 14 pueden transmitirse a través de una guía de ondas ramificada 15 a múltiples localizaciones como se muestra en la Figura 6. Las localizaciones múltiples pueden ser, por ejemplo, múltiples cámaras. La Figura 6 muestra el caso en el que el aparato de reacción química 1 se proporciona con un solo generador de microondas 14, pero, en el caso en que el aparato de reacción química 1 se proporciona con dos o más generadores de microondas 14, las microondas generadas por cualquiera de los múltiples generadores de microondas 14 pueden transmitirse a través de la guía de ondas ramificada 15 a múltiples localizaciones. Lo mismo puede aplicarse al caso en el que las cámaras son independientes entre sí como se muestra en la Figura 5. Por ejemplo, si las microondas generadas por los generadores de microondas 14 se transmiten a múltiples cámaras, la porción de control de microondas 16 puede controlar la potencia de los generadores de microondas 14 utilizando cualquiera o todas las temperaturas de las cámaras a las que se transmiten las microondas generadas por los generadores de microondas 14. Por ejemplo, la porción de control de microondas 16 puede realizar el control utilizando un promedio de todas las temperaturas de las cámaras, o puede realizar el control utilizando un valor máximo o un valor mínimo de las temperaturas de las cámaras.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que el aparato de reacción química 1 se proporciona con las porciones de medición de temperatura 25 y la porción de control de microondas 16, pero esto no tiene ninguna limitación. Por ejemplo, si es posible mantener la temperatura dentro del reactor 13 a una temperatura deseada o en un rango de temperatura deseado ajustando la potencia de las microondas a un valor predeterminado, el control de la potencia de las microondas utilizando la temperatura no tiene que ser realizado.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que la porción de separación de catalizador 17 se proporciona en la trayectoria después del reactor 13, pero no hay ninguna limitación para esto. Si el catalizador no tiene que estar separado por el aparato de reacción química 1 de acuerdo con esta realización, como en el caso en que el catalizador está separado por otro aparato, el caso en el que el catalizador sólido que fluye dentro del reactor 13 queda retenido dentro del reactor 13, el caso en el que se usa un catalizador sólido que forma un lecho fijo en lugar del catalizador sólido que fluye dentro del reactor 13, o el caso en el que no se usa catalizador en la reacción química en el reactor 13, separando el catalizador la parte 17 no tiene que ser proporcionada.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que la materia prima y el catalizador se mezclan y cargan en el reactor 13, pero esto no tiene ninguna limitación. Por ejemplo, solo la materia prima puede cargarse en el reactor 13. Además, si la materia prima y el catalizador no se mezclan, solo la materia prima puede fluir dentro del reactor 13. Es decir, el contenido del reactor 13 puede ser, por ejemplo, una mezcla de múltiples materias primas. Además, incluso en el caso en que la materia prima y el catalizador no se mezclan, por ejemplo, la materia prima y el catalizador pueden fluir dentro del reactor 13 cuando el catalizador sólido que fluye dentro del reactor 13 se retiene dentro del reactor 13. Además, si la materia prima y el catalizador no se mezclan, la porción de mezcla 12 puede, por ejemplo, mezclar la materia prima, o mezclar la materia prima (sustrato) y el reactivo. Además, si la materia prima y similares no tienen que mezclarse, el aparato de reacción química 1 no tiene que estar provisto de la porción de mezcla 12 como se describió anteriormente.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que se proporcionan una o más unidades de agitación 23 que agitan la materia prima dentro del reactor 13, pero esto no tiene ninguna limitación. Por ejemplo, si el reactor 13 está configurado de tal manera que toda la materia prima puede irradiarse fácilmente con microondas (por ejemplo, si el diámetro interno del reactor 13 es pequeño, etc.), no es necesario proporcionar las unidades de agitación 23.

Además, en esta realización, se ha descrito el caso en el que el aparato de reacción química 1 se proporciona con tanque de almacenamiento de líquido tratado 18, pero no hay ninguna limitación para esto. Por ejemplo, una mezcla del material del producto y el subproducto descargado del aparato de reacción química 1 puede someterse a extracción del material del producto y similares en otro aparato.

Además, en esta realización, el aparato de reacción química 1 puede estar provisto de dos o más generadores de microondas 14, y los dos o más generadores de microondas 14 pueden generar microondas que tienen dos o más frecuencias. Es decir, el contenido del reactor 13 puede irradiarse con microondas que tienen dos o más frecuencias. En ese caso, las microondas que tienen dos o más frecuencias pueden irradiarse en la misma posición, o pueden irradiarse respectivamente en diferentes posiciones. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 7A, las microondas que tienen frecuencias X e Y generadas respectivamente por los generadores de microondas 14a y 14d pueden irradiarse en la misma posición en el reactor 13, es decir, a la mitad de la corriente en el reactor 13. Tenga en cuenta que las microondas que tienen las frecuencias X e Y se transmiten respectivamente a través de guías de onda 15a y 15d al reactor 13. Además, por ejemplo, como se muestra en la Figura 7B, las microondas que tienen una frecuencia X generada por los generadores de microondas 14a, 14b y 14c pueden irradiarse lateralmente desde la aguas arriba a la corriente media en el reactor 13, y las microondas que tienen una frecuencia Y generada por un generador de microondas 14d pueden irradiarse en el lado aguas abajo en el reactor 13. Tenga en cuenta que las microondas que tienen la frecuencia X se transmiten respectivamente a través de guías de onda 15a, 15b y 15c al reactor 13. Además, las microondas que tienen la frecuencia Y se transmiten a través de una guía de ondas 15d al reactor 13. La Figura 7A y 7B son vistas del reactor 13 desde arriba, en las que las flechas en los dibujos indican el flujo del contenido dentro

del reactor 13. Si se irradian microondas que tienen dos o más frecuencias, el número de frecuencias puede ser dos, o tres o más. No hay limitación en la combinación de dos o más frecuencias, siempre que se seleccionen del rango de 300 MHz a 300 GHz. Por ejemplo, si se irradian microondas con dos frecuencias, los ejemplos de la combinación de estas frecuencias incluyen 2,45 GHz y 5,8 GHz, 2,45 GHz y 24 GHz, 2,45 GHz y 913 MHz, 5,8 GHz y 24 GHz, 5,8 GHz y 913 MHz, y 24 GHz y 913 MHz. Además, si se irradian microondas que tienen dos o más frecuencias, no hay limitación en el tiempo de irradiación. Por ejemplo, las microondas que tienen dos o más frecuencias pueden irradiarse simultáneamente, o pueden irradiarse de manera que las frecuencias correspondan respectivamente a diferentes períodos de irradiación. Por ejemplo, en el último caso, las microondas que tienen la frecuencia X pueden irradiarse en un período, y las microondas que tienen la frecuencia Y pueden irradiarse en el siguiente período. Tenga en cuenta que si se irradian microondas que tienen dos o más frecuencias, un material que no se ve afectado por la acción (por ejemplo, calentamiento, etc.) de microondas que tienen una frecuencia también pueden verse afectadas y, por lo tanto, una gama más amplia de materiales puede verse afectada por las microondas.

Además, en la realización anterior, la información tal como un valor umbral, una expresión numérica o una dirección utilizada en cada elemento constituyente en el procesamiento y similares se puede retener en un medio de almacenamiento (no mostrado) temporalmente o durante un largo período de tiempo. tiempo, incluso si no se especifica en la descripción anterior. Además, la información puede acumularse en el medio de almacenamiento (no se muestra) por cada elemento constituyente o una porción de acumulación (no se muestra). Además, la información se puede leer desde el medio de almacenamiento (no se muestra) por cada elemento constituyente o una porción de lectura (no se muestra).

Además, en la realización anterior, si la información utilizada en cada elemento constituyente o similar, por ejemplo, un usuario puede cambiar información como un valor umbral, una dirección o varios valores de configuración utilizados en cada elemento constituyente en el procesamiento, el usuario puede cambiar dicha información según corresponda, incluso si no se especifica en la descripción anterior, pero esto no tiene ninguna limitación. Si el usuario puede cambiar dicha información, el cambio puede realizarse, por ejemplo, mediante una porción de aceptación (no mostrada) que acepta una instrucción de cambio del usuario y una porción de cambio (no mostrada) que cambia la información de acuerdo con la instrucción de cambio. La instrucción de cambio puede ser aceptada por la parte de aceptación (no mostrada), por ejemplo, aceptando información de un dispositivo de entrada, recibiendo información transmitida a través de una línea de comunicación, o aceptando información leída de un medio de almacenamiento predeterminado.

Además, en la realización anterior, cada elemento constituyente puede configurarse mediante hardware dedicado, o, alternativamente, los elementos constituyentes que pueden realizarse como software pueden realizarse ejecutando un programa. Por ejemplo, cada elemento constituyente puede realizarse mediante una porción de ejecución de programa, como una CPU que lee y ejecuta un programa de software almacenado en un medio de almacenamiento, como un disco duro o una memoria de semiconductores.

Aplicabilidad industrial

Como se describió anteriormente, el aparato de reacción química y similares de acuerdo con la presente invención son efectivos porque la materia prima y similares pueden irradiarse eficientemente con microondas y, por lo tanto, son útiles, por ejemplo, como un aparato de reacción química y similares para provocar una reacción química en la que es necesario calentar.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de reacción química, que comprende:
 - un reactor de tipo de flujo horizontal (13) en el que un contenido (20) fluye horizontalmente con un espacio sin rellenar (22) que es proporcionado anteriormente;
- 5 un generador de microondas (14) que genera microondas; y
 - al menos una guía de ondas (15) que transmite las microondas generadas por el generador de microondas (14) al espacio sin rellenar (22) en el reactor (13),
 - en el que el reactor (13) tiene múltiples placas divisorias (21) que dividen el interior del reactor (13) en múltiples cámaras (31-34) que son dispuestas de forma continua en serie, y
- 10 las placas divisorias (21) son proporcionadas con una trayectoria de flujo a través de la cual el contenido (20) fluye desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo,
 - en el que la trayectoria de flujo es una trayectoria de flujo que permite que el contenido (20) fluya sobre cada una de las placas divisorias (21),
 - en el que la parte inferior de las placas divisorias (21) se extiende hasta la superficie inferior del reactor (13).
- 15 2. El aparato de reacción química de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos una unidad de agitación (23) que agita el contenido (20) dentro del reactor (13).
3. El aparato de reacción química de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad de agitación (23) realiza la agitación mediante el uso de al menos cualquier procedimiento de agitación giratoria, agitación burbujeante y agitación por ondas ultrasónicas.
- 20 4. El aparato de reacción química de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
 - en el que el reactor (13) permite que una materia prima y un catalizador sólido fluyan en el mismo, y
 - el aparato de reacción química comprende además una porción de separación del catalizador (17) que separa el catalizador sólido de un material del producto después de una reacción en el reactor (13).
- 25 5. El aparato de reacción química de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además una porción de mezcla (12) que mezcla una materia prima y un catalizador sólido,
 - en el que la materia prima y el catalizador sólido mezclados por la porción de mezcla (12) son cargados en el lado aguas arriba en el reactor (13).
6. El aparato de reacción química de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que el catalizador sólido es absorbente de microondas o sensible a microondas.
- 30 7. El aparato de reacción química de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las placas divisorias (21) transmiten, absorben o reflejan microondas, o están realizadas de una combinación de dos o más materiales seleccionados del material que transmite microondas, el material que absorbe microondas y el material que refleja las microondas.
- 35 8. El aparato de reacción química de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la guía de ondas (15) es proporcionada en una localización de las placas divisorias (21).
9. El aparato de reacción química de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
 - múltiples porciones de medición de temperatura (25) que miden una temperatura dentro de cada cámara (31-34) en el reactor (13); y
- 40 una porción de control de microondas (16) que controla la potencia de las microondas con las cuales se irradiará cada cámara (31-34), de acuerdo con la temperatura medida por cada una de las porciones de medición de temperatura (25).
10. El aparato de reacción química de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el número del generador de microondas (14) proporcionado es al menos dos, y
- 45 los al menos dos generadores de microondas (14) generan microondas que tienen al menos dos frecuencias.

11. El aparato de reacción química de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las placas divisorias (21) son dispuestas en el reactor (13) de manera que el contenido (20) pueda irradiarse eficazmente con microondas en cada cámara (31-34) mientras se retiene en cada cámara (31-34).
- 5 12. El aparato de reacción química de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las placas divisorias (21) no están presentes en la posición del espacio sin rellenar (22).
13. El aparato de reacción química de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el lado superior de las placas divisorias (21) es proporcionado con una porción hueca (41) a través de la cual fluye el contenido.
14. El aparato de reacción química de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la porción hueca (41) tiene la forma de un semicírculo, un triángulo o un rectángulo y/o en el que el número de porciones huecas (41) es uno o más.
- 10 15. El aparato de reacción química de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la altura de las placas divisorias (21) es ajustada de tal manera que se garantiza un espacio sin rellenar predeterminado (22).
- 15 16. Un procedimiento de reacción química, que comprende: una etapa de, en un reactor de tipo de flujo horizontal (13) en el que un contenido (20) fluye horizontalmente en la que es proporcionado un espacio sin rellenar (22), provocando que el contenido (20) reaccione moviendo el contenido (20) desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en el reactor (13) mientras se irradia el espacio sin rellenar (22) con microondas,
en el que el reactor (13) tiene múltiples placas divisorias (21) que dividen el interior del reactor en múltiples cámaras (31-34) que son dispuestas de forma continua en serie, y
20 las placas divisorias (21) son proporcionadas con una trayectoria de flujo a través de la cual el contenido (20) fluye desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo,
en el que la trayectoria de flujo es una trayectoria de flujo que permite que el contenido (20) fluya sobre cada una de las placas divisorias (21),
en el que la parte inferior de las placas divisorias (21) se extiende hasta la superficie inferior del reactor (13).
17. El procedimiento de reacción química de acuerdo con la reivindicación 16,
25 en el que el contenido (20) se hace reaccionar moviendo el contenido (20) de una cámara (31) en el lado aguas arriba a una cámara (34) en el lado aguas abajo.

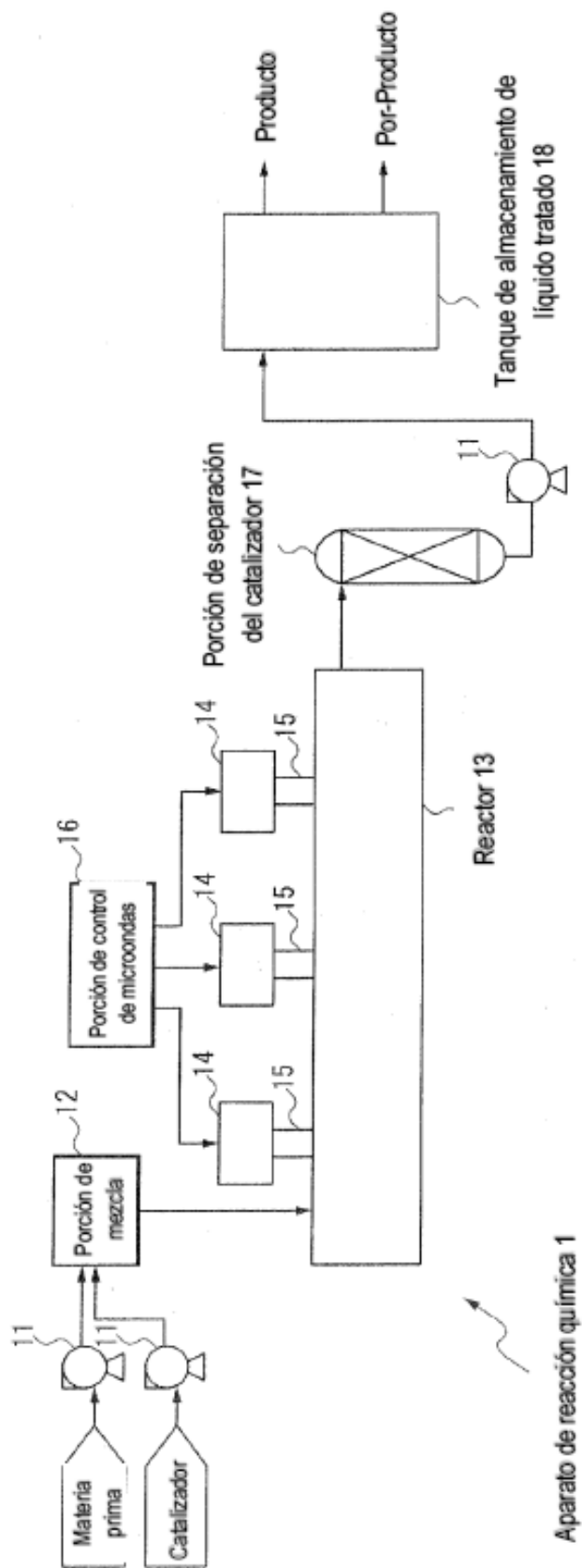


Figura 1

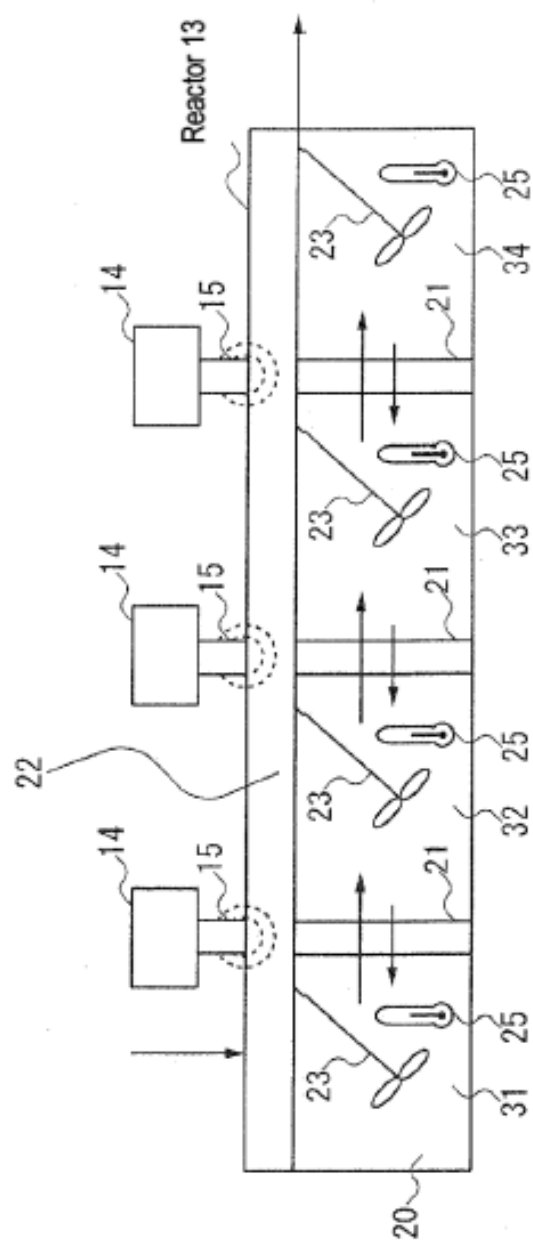


Figura 2

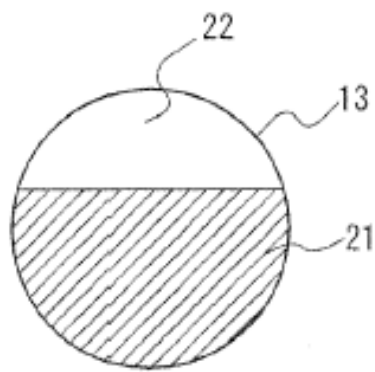


Figura 3A

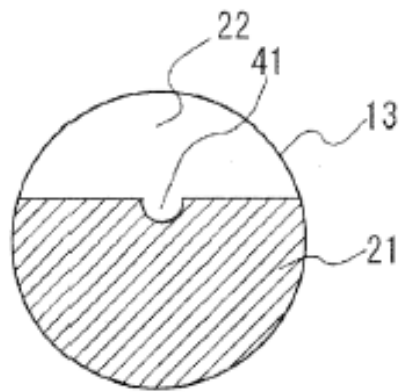


Figura 3B

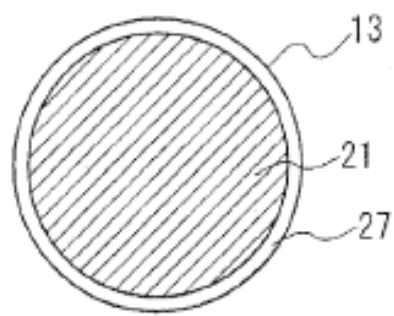


Figura 3C

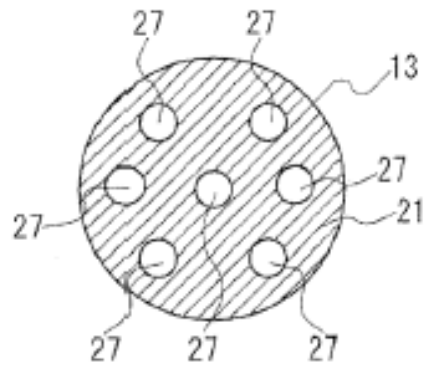


Figura 3D

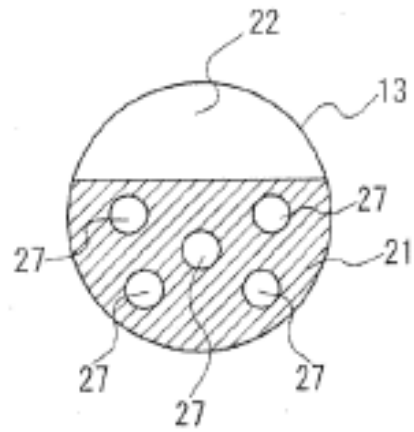


Figura 3E

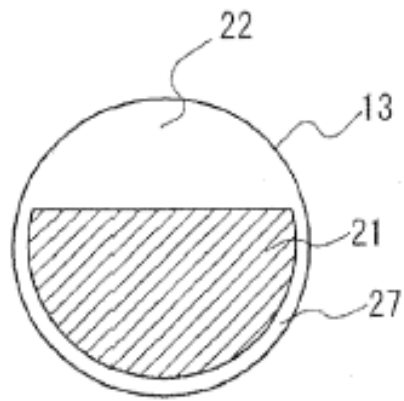


Figura 3F

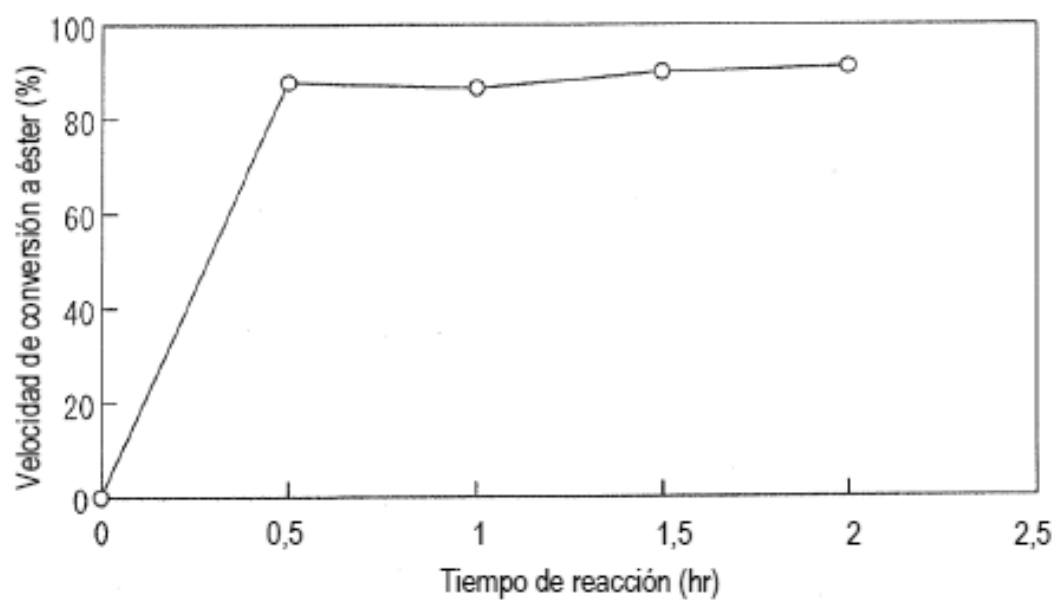


Figura 4

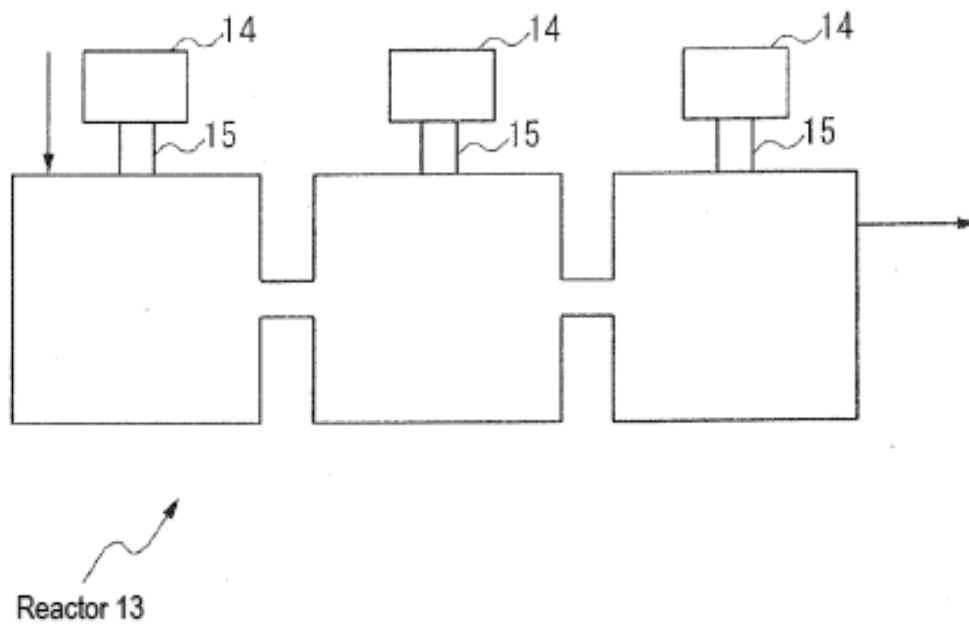


Figura 5

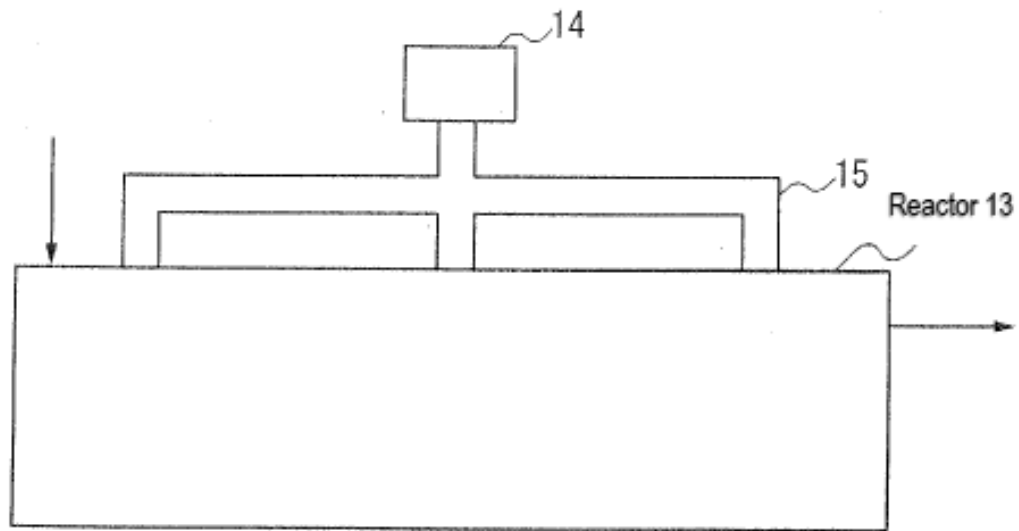


Figura 6

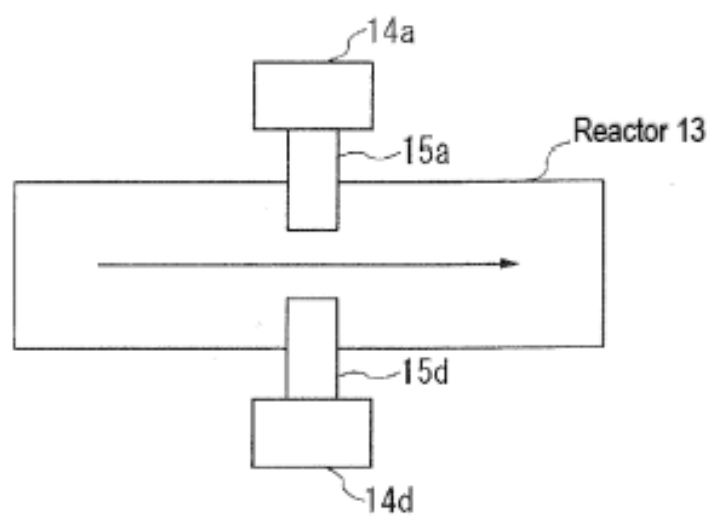


Figura 7A

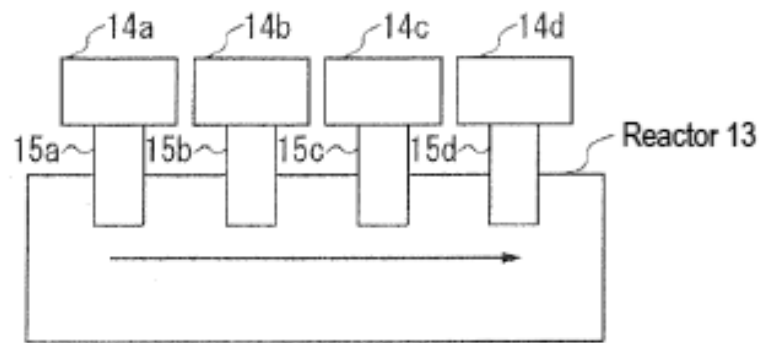


Figura 7B