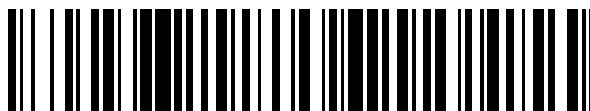


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 566**

51 Int. Cl.:

B01J 19/00 (2006.01)

B01L 3/00 (2006.01)

B01F 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2006 E 06820603 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 1979085**

54 Título: **Método para el control de procesos químicos**

30 Prioridad:

20.12.2005 GB 0525951

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

17.01.2014

73 Titular/es:

**Q CHIP LIMITED (100.0%)
36A Park Place
Cardiff CF10 3BB, GB**

72 Inventor/es:

**WORKMAN, VICTORIA LOUISE;
DAVIS, ROBERT HUW y
PALMER, DANIEL DAVID**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO FACES, José

ES 2 438 566 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).

Método para el control de procesos químicos**Descripción**

5 La presente invención se refiere a métodos de realización y/o control de procesos químicos (preferentemente, pero no exclusivamente, reacciones químicas).

10 El control de procesos químicos (tales como reacciones químicas) a menudo ha resultado difícil, especialmente cuando dichos procesos son rápidos. Por ejemplo, existen algunas circunstancias en las que no sería conveniente que dos especies reactivas entraran en contacto de una forma incontrolada, por ejemplo, si la reacción es peligrosa.

15 Ciertos dispositivos microfuidos son conocidos y se han usado para la creación de segmentos de un primer fluido dispuesto en el flujo de un segundo fluido. Por ejemplo, el documento CH563807 desvela dicho dispositivo, pero usa una disposición de conducto coaxial. El documento EP01481723 no desvela la formación de segmentos, pero desvela un método para controlar las interacciones entre las especies químicas, con reactivos en los flujos adyacentes de los fluidos que reaccionan entre sí.

20 El método de la presente invención aborda uno o más de estos problemas.

25 De acuerdo con una primera realización meramente ilustrativa, se proporciona un dispositivo microfuido, que tiene un primer conducto de suministro para suministrar un primer fluido que proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo), un primer y un segundo conducto de suministro lateral confluyentes con el primer conducto de suministro del reactivo en una región de unión, para suministrar un segundo fluido que proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo), en el que el primer y el segundo conducto de suministro lateral comprenden cada uno una entrada para el segundo reactivo y una entrada para un fluido de barrera, y el dispositivo está dispuesto de tal forma que permita que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo).

30 El término "fluido" como se usa en la presente solicitud está previsto para incluir líquidos, gases y fluidos supercríticos. Es preferible que el fluido sea un líquido. La referencia a "reactivo" en los términos "primer reactivo" y "segundo reactivo" no significa que el primer y el segundo reactivos reaccionen necesariamente entre sí. El término "reactivo" en los términos "primer reactivo" y "segundo reactivo" también incluye primeras y segundas especies que experimentan un proceso químico que no es una reacción. Por ejemplo, dos especies que, en contacto entre sí, hacen que se produzca la cristalización. En este caso, uno del primer y segundo reactivos puede ser un antidisolvente y el otro puede ser una especie que se haga cristalizar en presencia del antidisolvente.

40 El dispositivo es un dispositivo microfuido y, por consiguiente, permite que volúmenes muy pequeños de material reaccionen entre sí de una forma controlada. Esto permite que reacciones peligrosas se estudien, realicen o controlen potencialmente. Los conductos de dichos dispositivos microfuidos típicamente tienen una anchura inferior a 2 mm, preferentemente inferior a 1 mm y más preferentemente de 0,1 a 0,5 mm. La profundidad de los conductos es típicamente inferior a 2 mm, preferentemente inferior a 1 mm y más preferentemente de 0,1 mm a 0,5 mm. El caudal de los fluidos dependerá, entre otras cosas, del área de la sección transversal de los conductos, y los valores preferidos proporcionados aquí se refieren a conductos con una profundidad inferior a 1 mm y con una anchura inferior a 1 mm. El caudal, por ejemplo, del primer fluido a través del conducto de suministro del primer reactivo puede ser ventajosamente de aproximadamente 0,02 a 5 ml/hora, más preferentemente de aproximadamente 0,1 a 2 ml/hora. El caudal del fluido de barrera puede ser de aproximadamente 0,2 a 15 ml/hora, preferentemente de aproximadamente 1 a 3 ml/hora. El caudal del segundo fluido puede ser de aproximadamente 0,4 a 25 ml/hora, preferentemente de aproximadamente 2 a 5 ml/hora.

50 Es preferible que el caudal del segundo fluido sea superior al caudal del fluido de barrera, que es, a su vez, superior al caudal del primer fluido.

55 Los términos "primer fluido que proporciona un primer reactivo" y "segundo fluido que proporciona un segundo reactivo" incluyen la posibilidad de que el primer y/o segundo fluido puedan ser el primer y/o segundo reactivo, respectivamente. Como alternativa, el primer reactivo puede estar contenido dentro del primer fluido; por ejemplo, el primer reactivo puede disolverse, o dispersarse, en el primer fluido. Se apreciará que las referencias del presente documento sobre el primer reactivo contenido dentro del primer fluido incluyen el caso en el que un precursor del primer reactivo está contenido dentro del primer fluido. Asimismo, el segundo reactivo puede estar contenido dentro del segundo fluido; por ejemplo, el segundo reactivo puede disolverse, o dispersarse, en el segundo fluido, o un precursor del reactivo puede estar contenido en el segundo fluido.

60 Un precursor del primer reactivo (o del segundo reactivo) incluye una especie que, con el paso del tiempo, o mediante el contacto con otras especies, forma el primer reactivo (o el segundo reactivo).

65 Como se ha mencionado anteriormente, el dispositivo se dispone de tal manera que permite que el fluido de barrera

forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo). Esto se consigue por la disposición de las entradas para el fluido de barrera y el segundo fluido, acopladas con la disposición de la unión.

5 Por ejemplo, una entrada para un fluido de barrera puede asociarse con un primer lado del conducto de suministro lateral respectivo, y la entrada correspondiente para un segundo reactivo puede asociarse con el otro lado del conducto de suministro lateral respectivo. En esta disposición, el fluido de barrera puede introducirse en el primer lado del conducto de suministro lateral respectivo y el segundo fluido puede introducirse en el otro lado del conducto de suministro lateral. En este caso, es preferible que el primer lado del conducto de suministro lateral respectivo se una al primer conducto de suministro aguas arriba del otro lado del conducto de suministro respectivo. Esta geometría es eficaz porque facilita que el fluido de barrera confine o comprima el primer fluido.

10 El dispositivo es típicamente un dispositivo unitario mecanizado de un polímero con energía de superficie baja tal como politetrafluoroetileno (PTFE). Las bombas se usan típicamente para provocar que diversos fluidos fluyan a través del dispositivo.

15 El fluido de barrera permite controlar la reacción o el proceso que ocurriría entre el primer y el segundo reactivos controlando la forma en la que el primer y el segundo reactivos entran en contacto entre sí. De este modo, el fluido de barrera puede ser permeable a uno o a ambos del primer y segundo reactivos (o a sus precursores dependiendo del caso). De esa manera, se permite el paso controlado de uno o ambos reactivos (o uno o ambos de sus precursores) a través del fluido de barrera de forma que la reacción u otro proceso que tenga lugar entre ambos esté controlado.

20 Como alternativa, el fluido de barrera puede ser sustancialmente impermeable a uno o ambos del primer y segundo reactivos. De esta forma, los dos agentes reactivos (o sus precursores dependiendo del caso) se mantienen separados, evitando sustancialmente de este modo cualquier reacción adversa u otro proceso que tenga lugar entre ambos.

25 Es preferible que el fluido de barrera confine o comprima el primer fluido en la región de la unión. Esta puede adoptar la forma de un cono de primer fluido que se forma en la unión y que el fluido de barrera confina o comprime. Dicha disposición puede conllevar la formación de gotas o esférulas del primer fluido que está confinado por una capa del fluido de barrera.

30 Es una ventaja particular de la presente invención que el dispositivo permita que el fluido de barrera contacte con el primer fluido desde más de un lado.

35 Los fluidos de barrera transportados por el primer y segundo conductos de suministro lateral pueden ser mutuamente iguales o diferentes. Además, los segundos fluidos transportados por el primer y segundo conductos de suministro lateral pueden ser mutuamente iguales o diferentes.

40 La región de unión puede formarse o estar provista de una constricción u otra discontinuidad para producir un flujo de segmentos del primer fluido confinado o comprimido por el fluido de barrera.

45 Es preferible que el dispositivo esté provisto de un conducto funcional que se extienda desde la región de unión para arrastrar el primer y el segundo reactivos. El conducto funcional puede estar provisto de una constricción u otra discontinuidad para producir un flujo de segmentos del primer fluido confinado o comprimido por el fluido de barrera. Esto se consigue convenientemente si el primer fluido es inmiscible con el segundo fluido.

50 El conducto funcional puede estar provisto de una ampliación en sección transversal aguas abajo de la región de unión. Dicha ampliación puede ayudar a la formación de segmentos sustancialmente esféricos del primer fluido confinado por el fluido de barrera. Si la profundidad del conducto funcional aguas abajo de la ampliación es $2a$, entonces la ampliación en sección transversal puede situarse a una distancia de hasta $5a$ (y preferentemente de $0,5a$ a $3a$, más preferentemente de $0,5a$ a $1,5a$ y más preferentemente aproximadamente de $1a$) aguas abajo de la región de unión (preferentemente el extremo aguas abajo de la región de unión). Como alternativa o adicionalmente, si la anchura del conducto funcional aguas abajo de la ampliación es $2a$, entonces la ampliación en sección transversal puede situarse a una distancia de hasta $5a$ (y preferentemente de $0,5a$ a $3a$, más preferentemente de $0,5a$ a $1,5a$ y más preferentemente aproximadamente de $1a$) aguas abajo de la región de unión (preferentemente el extremo aguas abajo de la región de unión). Además, como alternativa o adicionalmente, si el área de la sección transversal del conducto funcional aguas abajo de la ampliación es $4a^2$, entonces la ampliación en sección transversal puede situarse a una distancia de hasta $5a$ (y preferentemente de $0,5a$ a $3a$, más preferentemente de $0,5a$ a $1,5a$ y más preferentemente aproximadamente de $1a$) aguas abajo de la región de unión (preferentemente el extremo aguas abajo de la región de unión).

60 Si el conducto funcional tiene una sección transversal sustancialmente circular, entonces el diámetro de dicho conducto debería reemplazar la medición de la anchura o profundidad mencionada anteriormente.

El área de la sección transversal del conducto funcional aguas abajo de la ampliación puede ser hasta 5 veces más grande que el área de la sección transversal del conducto funcional aguas arriba de la ampliación.

5 Es preferible que la ampliación en sección transversal se forme de manera que cree un descenso o escalón en el conducto funcional. Se ha descubierto que esto fomenta la formación de flujo segmentado. Si la profundidad del conducto funcional aguas abajo de la ampliación es 2a, es preferible que el descenso o escalón sea aproximadamente de 0,1a a 1a.

10 El conducto funcional puede estar provisto de una curva, un codo o una pluralidad de curvas o codos aguas abajo de la región de unión. Dicha característica puede ayudar en la mezcla y puede aumentar el tiempo que tardan los reactivos en alcanzar la salida del dispositivo.

15 El dispositivo puede ser un dispositivo unitario, o puede fabricarse de una pluralidad de conductos separados que se fusionan o se unen entre sí.

20 El dispositivo puede comprender adicionalmente una pluralidad de conductos de entrada asociados con el primer conducto de suministro, al menos dos de los conductos de entrada se fusionan en una unión para formar el primer conducto de suministro. Como alternativa, al menos dos de los conductos de entrada pueden confluir con el primer conducto de suministro en una región de unión del conducto de entrada. Esto permite que especies diferentes se introduzcan en el primer conducto de suministro de forma separada. Esto puede ser importante si esas especies son, por ejemplo, peligrosas cuando se mezclan, o si no es conveniente que se mezclen antes de introducirse en el dispositivo debido a que la reacción entre esas dos especies se produce demasiado rápido.

25 El primer conducto de suministro puede comprender uno o más codos. Dichos codos ayudan en la mezcla de los contenidos del conducto.

30 De acuerdo con una realización meramente ilustrativa, se proporciona un dispositivo microfuido para controlar un proceso (preferentemente una reacción) entre un primer reactivo y un segundo reactivo, comprendiendo el dispositivo un primer conducto de suministro para transportar un primer fluido que proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo), un primer y un segundo conducto lateral para transportar un fluido de barrera, un tercer y un cuarto conducto lateral para transportar un segundo fluido que proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo), el primer y el segundo conducto lateral confluyen con el primer conducto de suministro en una región de unión, desde la que se extiende un primer conducto de flujo confinado, el dispositivo (preferentemente la región de unión) dispuesto de tal manera que permite que el fluido de barrera confine o comprima el primer fluido, en el que el tercer y el cuarto conducto lateral confluyen con el primer conducto de flujo confinado en una región de unión, esta región de unión dispuesta de tal manera que permite que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo).

40 De acuerdo con una tercera realización meramente ilustrativa se proporciona un dispositivo microfuido para controlar un proceso (preferentemente una reacción) entre un primer reactivo y un segundo reactivo, comprendiendo el dispositivo un primer conducto de suministro interno para transportar un primer fluido que proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo), un primer conducto de suministro externo para transportar un fluido de barrera, teniendo cada uno del primer conducto de suministro externo y el primer conducto de suministro interno salidas en comunicación fluida con un primer conducto de flujo confinado, dispuestos de manera que permiten que el fluido de barrera confine o comprima el primer fluido en el primer conducto de flujo confinado, el primer conducto de flujo confinado forma un segundo conducto de suministro interno que se extiende dentro de un segundo conducto de suministro externo para transportar un segundo fluido que proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo), teniendo cada uno del primer conducto de flujo confinado y el segundo conducto de suministro externo salidas, dispuestos de manera que permiten que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo).

55 Cada una de las disposiciones de unión del segundo aspecto de la presente invención puede reemplazarse por una disposición de conducto externo-interno como se describe en el tercer aspecto de la presente invención.

60 Por consiguiente, de acuerdo con una cuarta realización meramente ilustrativa, se proporciona un dispositivo microfuido para controlar un proceso (preferentemente una reacción) entre un primer reactivo y un segundo reactivo, comprendiendo el dispositivo un conducto de suministro interno para suministrar un primer fluido que proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo), un conducto de suministro externo para suministrar un fluido de barrera, teniendo cada uno del conducto de suministro externo y el conducto de suministro interno salidas en comunicación fluida con un primer conducto de flujo confinado, dispuestos de manera que permiten que el fluido de barrera confine o comprima el primer fluido en el primer conducto de flujo confinado, un primer y segundo conductos de suministro lateral para suministrar un segundo fluido que proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo), el primer y el segundo conducto de suministro lateral confluyen con el primer conducto de flujo confinado en una región de unión, estando la región de unión dispuesta de manera que permite que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno

más precursores del mismo).

De acuerdo con una quinta realización meramente ilustrativa se proporciona un dispositivo microfluído para controlar un proceso (preferentemente una reacción) entre un primer reactivo y un segundo reactivo, comprendiendo el dispositivo un primer conducto de suministro para suministrar un primer fluido que proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo), un primer y segundo conductos de suministro lateral para suministrar un fluido de barrera, el primer y segundo conductos de suministro lateral confluyen con el primer conducto de suministro en una región de unión desde la que se extiende un primer conducto de flujo confinado, estando la región de unión dispuesta de manera que permite que el fluido de barrera confine o comprima el primer fluido en el primer conducto de flujo confinado, el primer conducto de flujo confinado formando un conducto interno que se extiende dentro de un conducto de suministro externo para suministrar un segundo fluido que proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo), teniendo cada uno del primer conducto de flujo confinado y el conducto de suministro externo salidas dispuestas de manera que permiten que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo).

De acuerdo con una sexta realización meramente ilustrativa se proporciona un dispositivo microfluído para controlar un proceso (preferentemente una reacción) entre un primer reactivo y un segundo reactivo, comprendiendo el dispositivo un primer conducto de suministro interno para transportar un primer fluido que proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo), un primer conducto de suministro externo para transportar un fluido de barrera, un segundo conducto de suministro externo para transportar un segundo fluido que proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo), situándose el primer conducto de suministro interno dentro del primer conducto de suministro externo y situándose el primer conducto de suministro externo dentro del segundo conducto de suministro externo para permitir que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo).

Los dispositivos de la segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta realización meramente ilustrativas pueden tener aquellas características descritas anteriormente haciendo referencia a la primera realización meramente ilustrativa.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar un proceso químico, comprendiendo el método las etapas de:

- (i) proporcionar un flujo laminar de un primer fluido, un flujo laminar de un segundo fluido y un flujo laminar de un fluido de barrera; y
- (ii) provocar que el primer fluido y el fluido de barrera entren en contacto entre sí de forma que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer fluido y el segundo fluido,

Caracterizado por que el primer fluido proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo); el segundo fluido proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo); el fluido de barrera forma una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo); y la etapa (ii) comprende la formación de segmentos del primer fluido confinado o comprimido por el fluido de barrera, estando los segmentos rodeados por el segundo fluido, y el fluido de barrera es permeable a uno o ambos del primer y el segundo reactivos.

La referencia a "reactivo" en los términos "primer reactivo" y "segundo reactivo" no significa que el primer y el segundo reactivos reaccionen entre sí necesariamente. El término "reactivo" en los términos "primer reactivo" y "segundo reactivo" también incluye primeras y segundas especies que experimentan un proceso químico que no es una reacción. Por ejemplo, dos especies que, en contacto entre sí, hacen que se produzca la cristalización. En este caso, uno del primer y segundo reactivos puede ser un antidisolvente y el otro puede ser una especie que se ocasione para cristalizar en presencia del antidisolvente.

El primer reactivo puede ser el propio primer fluido. Asimismo, el segundo reactivo puede ser el propio segundo fluido. Como alternativa, el primer reactivo puede estar contenido dentro del primer fluido; por ejemplo, el primer reactivo puede disolverse o dispersarse, en el primer fluido. Se apreciará que las referencias del presente documento sobre el primer reactivo que está contenido dentro del primer fluido incluyen el caso en el que un precursor del primer reactivo está contenido dentro del primer fluido. Asimismo, el segundo reactivo puede estar contenido dentro del segundo fluido; por ejemplo, el segundo reactivo puede disolverse o dispersarse en el segundo fluido, o un precursor del reactivo puede estar contenido en el segundo fluido.

Un precursor del primer reactivo (o del segundo reactivo) incluye una especie que, con el paso del tiempo, o mediante el contacto con otras especies, forma el primer reactivo (o el segundo reactivo). Por ejemplo, la etapa (i) puede comprender adicionalmente la provisión de un flujo laminar de un cuarto fluido, preferentemente la provisión de un precursor del primer o del segundo reactivo. En este caso, es más preferible que, por ejemplo, el primer fluido proporcione un precursor del primer reactivo, formando el precursor proporcionado por el primer fluido el primer reactivo cuando esté en presencia del cuarto fluido o del precursor proporcionado por el cuarto fluido. Es más preferible en este caso que el flujo laminar del primer fluido y el flujo laminar del cuarto fluido sean flujos laminares paralelos antes de la etapa (ii), estando el primer y el cuarto fluido en contacto entre sí.

Es preferible que el método sea un método para controlar una reacción química entre el primer reactivo y el segundo reactivo.

5 El término "laminar" pretende abarcar flujos de fluidos que tienen un número de Reynolds inferior a 2000. Preferentemente, el número de Reynolds es inferior a 1000, más preferentemente es inferior a 500, incluso más preferentemente es 10 o menor, y más preferentemente 5 o menor.

10 El método comprende preferentemente provocar que el primer fluido se confine o comprima por el fluido de barrera. "Comprimido" incluye que el primer fluido quede dispuesto entre dos porciones o flujos del fluido de barrera.

El método puede comprender el confinamiento o compresión del primer fluido con el fluido de barrera antes de confinar o comprimir el fluido de barrera con el segundo fluido.

15 Como alternativa, el método puede comprender la puesta en contacto del fluido de barrera con el segundo fluido antes de confinar o comprimir el primer fluido con el fluido de barrera.

20 El fluido de barrera permite el control de la reacción o proceso que ocurriría entre el primer y segundo reactivos controlando la forma en la que el primer y segundo reactivos están en contacto entre sí. Se permite el paso controlado de uno o ambos reactivos (o uno o ambos de sus precursores) a través del fluido de barrera de forma que la reacción u otro proceso que ocurra entre ambos está controlado.

Es preferible que exista un gradiente de concentración o difusión sobre el fluido de barrera, controlando el gradiente de concentración o difusión la velocidad de movimiento del primer y segundo reactivos sobre el fluido de barrera.

25 El método puede comprender adicionalmente la etapa de poner en contacto el segundo fluido y el fluido de barrera entre sí antes de la etapa (ii). Esta es una forma conveniente de realizar el presente método y permite que los dispositivos simples ejecuten el método.

30 Como alternativa, el método puede comprender la etapa de poner en contacto el primer fluido y el fluido de barrera entre sí antes de poner en contacto el segundo fluido con el fluido de barrera.

El método comprende adicionalmente la provisión de una pluralidad de flujos laminares de fluido de barrera. Es preferible que los flujos laminares del fluido de barrera entren en contacto con el primer fluido desde más de un lado.

35 El método comprende preferentemente la provisión de una pluralidad de flujos laminares del segundo fluido. Es preferible que los flujos laminares del segundo fluido entren en contacto con el fluido de barrera desde más de un lado.

40 La provisión de una pluralidad de flujos laminares de uno o más del segundo fluido y del fluido de barrera proporciona un método conveniente para confinar o comprimir el primer fluido con el fluido de barrera.

45 Los segmentos pueden ser de forma sustancialmente esférica. En dicho caso, el fluido de barrera formaría una carcasa sustancialmente esférica alrededor del primer fluido. Dichos segmentos pueden rodearse por el segundo fluido. En dichos casos, es preferible que el primer fluido sea inmiscible con el segundo fluido. El método comprende preferentemente que el primer fluido se confine o comprima mediante el fluido de barrera antes de la formación de segmentos.

50 Los caudales de los fluidos dependerán, entre otras cosas, del área de la sección transversal de los conductos, y los valores preferidos proporcionados aquí se refieren a conductos con una profundidad inferior a 1 mm y con una anchura inferior a 1 mm. El caudal, por ejemplo, del primer fluido en la etapa (i) puede ventajosamente ser de aproximadamente 0,02 a 5 ml/hora, más preferentemente de 0,1 a 2 ml/hora. El caudal del fluido de barrera puede ser de aproximadamente 0,2 a 15 ml/hora, preferentemente de aproximadamente 1 a 3 ml/hora. El caudal del segundo fluido puede ser de aproximadamente 0,4 a 25 ml/hora, preferentemente de 2 a 5 ml/hora.

55 Es preferible que el caudal del segundo fluido sea superior al caudal del fluido de barrera, que es, a su vez, superior al caudal del primer fluido.

60 Es preferible que el método comprenda la provisión de un dispositivo (preferentemente un dispositivo microfuido) que tenga una región de unión en la que el fluido de barrera pueda ponerse en contacto con el primer fluido, estando dispuesta la unión para permitir que el fluido de barrera contacte con el primer fluido desde más de un lado.

65 El método de la presente invención puede comprender adicionalmente la provisión de un dispositivo (preferentemente un dispositivo microfuido) que tenga un primer conducto reactivo, y un primer y segundo conductos reactivos laterales, siendo el primer y segundo conductos reactivos laterales confluyentes con el primer conducto reactivo en una región de unión. El primer fluido puede introducirse en el primer conducto reactivo, y el flujo del fluido de barrera (y opcionalmente el flujo del segundo fluido que contiene el segundo reactivo) introduciéndose en el

primer y el segundo conducto reactivo lateral. Es preferible que el primer fluido se confine o comprima por el fluido de barrera en la región de unión.

5 El método de la presente invención puede comprender la provisión de un dispositivo de reactor de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta o sexta realización meramente ilustrativas.

10 El método de la presente invención puede usarse en el control y ejecución de una o más reacciones de polimerización, reacciones ácido-base. Por ejemplo, el primer o segundo reactivo puede comprender iones de hidrógeno. En el caso en el que el primer o segundo reactivo comprenda iones de hidrógeno, el otro del primer y segundo reactivo puede comprender aniones, tales como carbonato, carbonato de hidrógeno, hidróxido, halogenuro, fosfato, fosfato de hidrógeno, alginato, nitrato, nitrito, clorato, perclorato, sulfito, persulfato y sulfato. El primer o segundo reactivo puede comprender precursores de polímeros aniónicos o catiónicos (tales como iones de alginato). Uno del primer y segundo reactivo puede comprender un catión, tal como un catión metálico (por ejemplo, sodio, potasio, calcio, magnesio, aluminio, litio, hierro (II), hierro (III), cobre (I), cobre (II), cadmio, bario, estaño, cinc, plomo y manganeso) o un catión no metálico (tal como amonio e hidrógeno).

20 El primer o segundo reactivo puede comprender un monómero capaz de ser polimerizado mediante iniciadores aniónicos. Dichos monómeros incluyen metacrilato de metilo, acrilonitrilo y estireno. El otro del primer y segundo reactivo puede comprender un iniciador aniónico, tal como un reactivo alquilo/arilo de litio, una suspensión alcalina de metal, un alquilo de aluminio, un anión radical orgánico o un reactivo de Grignard.

25 El primer o segundo reactivo puede comprender un monómero capaz de ser polimerizado mediante iniciadores catiónicos. Dichos monómeros incluyen isobutileno, 1, 3- butadieno, éteres de vinilo, estireno para-sustituido y alfa-metilestireno. El otro del primer y segundo reactivo puede comprender un iniciador de polimerización catiónico, tal como trifluoruro de boro, trifluoruro de boro etéreo, tetracloruro de titanio y un ácido mineral fuerte.

30 El primer y segundo reactivos pueden comprender especies que, cuando reaccionan entre sí, experimentan una reacción de precipitación. Uno del primer y segundo reactivos puede comprender especies que ejecutan un ataque nucleófilo o electrófilo en el otro del primer y segundo reactivos. El primer y segundo reactivos pueden comprender especies que experimenten una transferencia de carga o reacciones de acoplamiento.

Es preferible que el caudal de uno o más del fluido de barrera, el primer fluido y el segundo fluido sea intercambiable.

35 Es preferible que el fluido de barrera sea el mismo que el segundo fluido. El fluido de barrera está, en este caso, sustancialmente desprovisto del segundo reactivo (o de uno o más precursores dependiendo del caso).

El caudal puede alterarse dependiendo de las propiedades observadas de un producto del método (por ejemplo, el tamaño de cualquier segmento o gota producida por el método).

40 El método de la presente invención puede realizarse usando solo dos flujos, un flujo que comprende el primer reactivo y un flujo que comprende el segundo reactivo, de forma que haya una porción del fluido que define el segundo flujo que esté sustancialmente desprovista del segundo reactivo. Por consiguiente, se proporciona de acuerdo con una realización adicional meramente ilustrativa, un método para controlar un proceso químico, comprendiendo el método:

50 (i) proporcionar un flujo laminar de un primer fluido, proporcionando el primer fluido un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y un flujo laminar de un segundo fluido, proporcionando el segundo fluido un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo); en el que el segundo fluido comprende una región de barrera sustancialmente desprovista del segundo reactivo (o de uno o más precursores del mismo) y (ii) provocar que el primer y el segundo fluidos entren en contacto entre sí de forma que la región de barrera forme una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores).

55 Aquellos expertos en la materia reconocerán que la región de barrera de este método es análoga al fluido de barrera del primer aspecto de la presente invención.

El método de la realización adicional meramente ilustrativa puede incorporar esas características como se han descrito anteriormente haciendo referencia al primer aspecto de la presente invención.

60 Los métodos de la presente invención pueden realizarse usando los dispositivos de la presente invención.

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo haciendo referencia solo a las siguientes figuras en las que:

65 La Figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo ilustrativo que se usa de acuerdo con un método de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es una representación esquemática de un dispositivo ilustrativo que se usa en un método meramente ilustrativo;

La Figura 3 muestra una realización ilustrativa alternativa de un dispositivo usado en un método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención;

5 La Figura 3a muestra una región del dispositivo de la Figura 3 con mayor detalle;

La Figura 4 es una representación esquemática de un dispositivo meramente ilustrativo;

La Figura 5 es una representación esquemática de un dispositivo meramente ilustrativo; y

La Figura 6 es una representación esquemática de un dispositivo meramente ilustrativo.

10 La Figura 1 muestra un dispositivo reactor microfluído. El dispositivo reactor 1 comprende un primer conducto de suministro 2 para suministrar un primer fluido 3 que proporciona un primer reactivo (no mostrado), y un primer 11 y un segundo 13 conductos de suministro lateral confluyentes con el primer conducto de suministro 2 en una región de unión 14, para suministrar un segundo fluido 9 que proporciona un segundo reactivo (no mostrado). El primer 11 y el segundo 13 conductos de suministro lateral comprenden cada uno una entrada (I) para el segundo fluido y una
15 entrada (I) para un fluido de barrera 6, y el dispositivo está dispuesto de manera que permite que el fluido de barrera 6 forme una barrera entre el primer reactivo y el segundo reactivo.

El funcionamiento del dispositivo se describe ahora con más detalle haciendo referencia a la Figura 1. Un primer fluido 3 que proporciona un primer reactivo se introduce en el primer conducto de suministro 2.

20 El primer reactivo es potencialmente reactivo con un segundo reactivo que se proporciona con el segundo fluido 9. El fluido de barrera 6 se introduce en el primer 4 y el segundo 5 conductos de fluido de barrera a través de las entradas (I). Asimismo, el segundo fluido 9 se introduce en el primer 7 y el segundo 8 conductos de fluido reactivo. Los flujos del primer fluido, del segundo fluido y del fluido de barrera son sustancialmente laminares. Los conductos
25 de fluido de barrera 4, 5 respectivos entran en contacto con los conductos de fluido reactivo 7, 8 respectivos en las uniones 10, 12. Los flujos laminares del fluido de barrera 6 y del segundo fluido 9 se impulsan posteriormente a lo largo del primer 11 y del segundo 13 conducto de suministro lateral como se indica en la Figura 1. El primer 11 y el segundo 13 conducto de suministro lateral entran en contacto con el primer conducto de suministro 2 en una región de unión 14.

30 La región de unión 14 actúa como una constricción de flujo, y se produce una formación en forma de cono o de cuña del primer fluido 3, con un fluido de barrera 6 que confina esta formación. Se forman gotas de un primer fluido 3, confinado por el fluido de barrera 6 en un flujo del segundo fluido 9 en un conducto funcional 15. Las gotas se forman debido a que el primer fluido 3 es inmiscible con el segundo fluido 9 y con el fluido de barrera 6. Estas gotas se transportan posteriormente a lo largo del conducto funcional 15. El conducto funcional 15 está provisto de una
35 ampliación 16 en sección transversal a una distancia reducida aguas abajo de la región de unión 14. Esta distancia reducida entre el extremo aguas abajo de la región de unión se indica como 14' y la ampliación en sección transversal es aproximadamente la mitad de la profundidad del conducto funcional 15 aguas abajo de la ampliación 16. Esta ampliación en sección transversal fomenta la formación de gotas. La ampliación 16 también produce un descenso o escalón en el conducto funcional 15; se espera que el descenso o escalón sea beneficioso para la formación de gotas. En el conducto funcional 15, uno (o como alternativa ninguno o ambos) del primer y segundo reactivos se transporta a través del fluido de barrera 6 de forma que el primer y el segundo reactivos entren en contacto de forma reactiva entre sí y experimenten una reacción. La composición y el espesor del fluido de barrera 6 alrededor de las gotas del primer fluido 3 ayudarán a controlar la reacción entre el primer y el segundo reactivos.

45 Aquellos expertos en la materia reconocerán que la formación en forma de cono o cuña mencionada anteriormente no es una estructura estática; es una estructura dinámica. Una forma de cono o cuña del primer fluido 3 parece formarse en la unión.

50 El dispositivo de la Figura 1 puede usarse para controlar y realizar reacciones cuando el primer fluido 3, el segundo fluido 9 y el fluido de barrera 6 son miscibles. Dicho método se muestra en la Figura 2. Los fluidos respectivos se introducen en el dispositivo como se describe haciendo referencia a la Figura 1. En la región de unión 14, existe una constricción de flujo del primer fluido 3. Sin embargo, debido a la miscibilidad de los fluidos respectivos, no se forman las gotas del primer fluido 3. En este caso, los flujos paralelos del primer fluido 3, del fluido de barrera 6 y del
55 segundo fluido 9 se forman en el conducto funcional 15. El primer fluido 3 se confina o comprime por el fluido de barrera 6, formando el fluido de barrera una barrera entre el primer fluido 3 y el segundo fluido 9. En el conducto funcional 15, uno (o como alternativa ninguno o ambos) del primer y segundo reactivos se transportan a través del fluido de barrera 6 de forma que el primer y segundo reactivos entren en contacto de forma reactiva entre sí por lo que se produce una reacción. La composición y el espesor del fluido de barrera 6 alrededor del primer fluido 3
60 ayudará a controlar la reacción entre el primer y el segundo reactivos.

El dispositivo de la Figura 1 puede estar provisto de calentadores o refrigeradores que pueden situarse selectivamente o funcionar selectivamente para calentar o enfriar partes seleccionadas del dispositivo (por ejemplo, para calentar o refrigerar el conducto funcional 15, y ningún otro conducto). Por ejemplo, si dos reactivos experimentan una reacción fuertemente exotérmica, puede que sea conveniente proporcionar un refrigerador (tal como un refrigerador Peltier) para el conducto funcional 15.

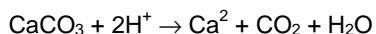
Los fluidos respectivos pueden introducirse en sus conductos respectivos mediante una bomba.

Los conductos están formados típicamente por canales de mecanizado o fresado desde un bloque de material de baja energía, tal como politetrafluoroetileno (a menudo conocido como PTFE). Pueden usarse otros métodos conocidos de retirada de material desde un sustrato. Dichos canales o conductos tienen típicamente menos de 1000 µm de ancho. Los conductos pueden tener una sección transversal sustancialmente semicircular o cuadrada.

El método de la presente invención y el dispositivo usado en la presente invención se ilustran adicionalmente con los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1

Haciendo referencia a la Figura 1, una solución de alginato de sodio 3 que contiene un 0,5 % p/v de una suspensión de carbonato de calcio se introduce en un primer conducto de suministro 2. Una solución 50 mM de ácido acético en aceite de girasol 9 se introduce en las entradas (I) del primer 7 y del segundo 8 conductos de fluido reactivo. El aceite de girasol 6 se introduce en el primer 4 y el segundo 5 conductos de fluido de barrera. El fluido de barrera (en este caso, aceite de girasol) y el fluido que contiene el segundo reactivo (aceite de girasol que contiene ácido acético) se suministran a la región de unión 14 mediante el primer 11 y el segundo 13 conductos de suministro lateral. La solución de alginato de sodio 3 es inmisible con el aceite de girasol 9 y el fluido de barrera 6, por lo que se forman segmentos esféricos en la región de unión 14. Los segmentos se transportan posteriormente al conducto funcional 15. El aceite de girasol 6 proporciona una barrera entre el carbonato de calcio y el ácido acético. Se cree que existe inicialmente un gradiente de concentración a través del aceite de girasol 6 que actúa como un fluido de barrera. Conducido por el gradiente de concentración, el ácido acético parece difundirse del aceite de girasol 9 que contiene ácido acético, a través del aceite de girasol 6 que actúa como un fluido de barrera a la solución de alginato 3. El carbonato de calcio reacciona con el ácido acético liberando iones de calcio de acuerdo con el esquema de reacción 1 que se muestra a continuación.



Esquema de reacción 1

Los iones de calcio se intercambian con los iones de sodio en el alginato, reticulando las cadenas de alginato provocando la formación de una gota sólida.

Ejemplo comparativo 1

En ausencia del fluido de barrera de aceite de girasol, la solución de alginato que contiene carbonato 3 y el aceite de girasol que contiene ácido acético 9 entran en contacto entre sí en la región de unión 14, las especies de carbonato y ácido reaccionan casi inmediatamente, provocando, por consiguiente, que se forme un gel en la región de unión 14. Esto provoca que el dispositivo se bloquee y se vuelva inutilizable.

Ejemplo 2

Una solución de alginato de sodio 3 se introduce en un primer conducto de suministro 2. Se introduce octanol 9 que contiene nitrato de calcio tetrahidrato 53 mM y ciclohexanobutirato de calcio 5 mM en un primer 7 y un segundo 8 conductos de fluido reactivo. El octanol 6 se introduce en un primer 4 y un segundo 5 conductos de fluido de barrera. El fluido de barrera (en este caso, octanol) y el fluido que contiene el segundo reactivo (octanol que contiene compuestos de calcio) se suministran a la región de unión 14 mediante el primer 11 y el segundo 13 conductos de suministro lateral. La solución de alginato de sodio 3 es inmisible con el octanol 9 y el fluido de barrera 6, por lo que se forman segmentos esféricos en la unión 14. Los segmentos se transportan posteriormente al conducto funcional 15. El octanol 6 proporciona una barrera entre las especies de alginato y los iones de calcio en el octanol que contiene calcio 9. Se cree que existe inicialmente un gradiente de concentración a través del octanol 6 que actúa como un fluido de barrera. Conducidos por el gradiente de concentración, los iones de calcio parecen difundirse del octanol 9 que contiene iones de calcio, a través del fluido de barrera de octanol 6 a la solución de alginato 3.

Los iones de calcio se intercambian con los iones de sodio en el alginato, reticulando las cadenas de alginato provocando la formación de una gota sólida.

Ejemplo comparativo 2

En ausencia del fluido de barrera, la solución de alginato 3 y el octanol 9 que contiene iones de calcio entran en contacto entre sí en la región de unión 14, los iones de calcio y las especies de alginato reaccionan casi inmediatamente, por consiguiente, provocando la formación de un gel en la región de unión 14. Esto provoca que el dispositivo se bloquee y se vuelva inutilizable.

Una realización alternativa de un dispositivo se muestra en la Figura 3. La Figura 3 muestra un dispositivo reactor microfuido ilustrativo adicional.

El dispositivo reactor 31 comprende un primer conducto de suministro 32 para suministrar un primer fluido 33 que proporciona un primer reactivo (no mostrado), y un primer 41 y un segundo 43 conducto de suministro lateral confluyentes con el primer conducto de suministro 32 en una región de unión 44, para suministrar un segundo fluido 39 que proporciona un segundo reactivo (no mostrado). El primer 41 y el segundo 43 conducto de suministro lateral comprenden cada uno una entrada (I) para el segundo reactivo y una entrada (I) para un fluido de barrera 36, y el dispositivo está dispuesto de manera que permite que el fluido de barrera 36 forme una barrera entre el primer reactivo y el segundo reactivo.

El funcionamiento del dispositivo se describe ahora con más detalle haciendo referencia a la Figura 3. Un primer fluido 33 que proporciona un primer reactivo (no mostrado) se introduce en un primer conducto de suministro 32. El primer reactivo es potencialmente reactivo con un segundo reactivo (no mostrado) proporcionado por un segundo fluido 39. El fluido de barrera 36 se introduce en el primer 34 y el segundo 35 conducto de fluido de barrera a través de las entradas (I). Asimismo, un segundo fluido 39 se introduce en un primer 37 y un segundo 38 conducto de fluido reactivo. Los flujos del primer fluido, del segundo fluido y del fluido de barrera son sustancialmente laminares. Los conductos de fluido de barrera 34, 35 respectivos entran en contacto con los conductos de fluido reactivo 37, 38 respectivos en las uniones 40, 42. Los flujos laminares del fluido de barrera 36 y el segundo fluido 39 se impulsan posteriormente a lo largo del primer 41 y del segundo 43 conducto de suministro lateral como se indica en la Figura 1. El primer 41 y el segundo 43 conducto de suministro lateral entran en contacto con el primer conducto de suministro 32 en una región de unión 44.

Haciendo referencia a la Figura 3a, la región de unión 44 actúa como una constricción de flujo, y se produce una formación en forma de cono o de cuña del primer fluido 33, con un fluido de barrera 36 que confina esta formación. Se forman gotas de un primer fluido 33, confinado por el fluido de barrera 36 en un flujo del segundo fluido 39 en un conducto funcional 45. Las gotas se forman debido a que el primer fluido 33 es inmiscible con el segundo fluido 39 y con el fluido de barrera 36. Estas gotas se transportan posteriormente a lo largo del conducto funcional 45. En el conducto funcional 45, uno (o como alternativa ninguno o ambos) del primer y segundo reactivos se transporta a través del fluido de barrera 36 de forma que el primer y segundo reactivos entren en contacto de forma reactiva entre sí y experimenten una reacción. La composición y el espesor del fluido de barrera 36 alrededor de las gotas del primer fluido 33 ayudarán a controlar la reacción entre el primer y el segundo reactivos.

La parte del dispositivo 31 alrededor de la región de unión 44 se muestra con más detalle en la Figura 3a. El conducto funcional 45 está provisto de una ampliación 46 en sección transversal a una distancia reducida aguas abajo de la región de unión 44. Esta distancia reducida entre el extremo aguas abajo de la región de unión marcada por la línea de puntos 59 y la ampliación en sección transversal es aproximadamente la mitad de la profundidad del conducto funcional 45 aguas abajo de la ampliación 46. Esta ampliación en sección transversal fomenta la formación de gotas. La ampliación 46 también produce un descenso o escalón en el conducto funcional 45; se espera que el descenso o escalón sea beneficioso para la formación de gotas.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 3, el dispositivo 31 comprende adicionalmente conductos de entrada 47, 48 asociados con el primer conducto de suministro 32, los conductos de entrada 47, 48 se fusionan en la unión 49 para formar el primer conducto de suministro 32. Esto permite que dos componentes miscibles se añadan mediante conductos de entrada 47, 48. El primer conducto de suministro 32 se proporciona con una porción 56 que comprende una serie de codos. Los codos ayudan en la mezcla de los componentes miscibles. El dispositivo funciona esencialmente como se describió anteriormente haciendo referencia a la Figura 1.

Una realización adicional alternativa y meramente ilustrativa se describe haciendo referencia a la Figura 4. La Figura 4 muestra un dispositivo reactor microfuido 101 para controlar una reacción entre un primer reactivo y un segundo reactivo, comprendiendo el dispositivo un primer conducto de suministro 102 para suministrar un primer fluido 103 que proporciona un primer reactivo (no mostrado). El dispositivo 101 comprende adicionalmente un primer 104 y un segundo 105 conducto de suministro lateral para suministrar un fluido de barrera 106. El primer 104 y el segundo 105 conducto de suministro lateral confluyen con el primer conducto de suministro en una región de unión 112, desde la que se extiende un primer conducto de flujo confinado 113, estando dispuesto el dispositivo de manera que permite que el fluido de barrera 106 confine o comprima el primer fluido 103. El dispositivo comprende adicionalmente un tercer 107 y un cuarto 108 conducto de suministro lateral para suministrar un segundo fluido 109 que proporciona un segundo reactivo (no mostrado). El tercer 107 y el cuarto 108 conducto de suministro lateral confluyen con el primer conducto de flujo confinado 113 en una región de unión 114, estando dispuesta esta unión de manera que permite que el fluido de barrera 106 forme una barrera entre el primer fluido 103 y el segundo fluido 109.

Esta configuración es de uso particular cuando el primer fluido 103 y el segundo fluido 109 son miscibles, y puede usarse para producir un flujo paralelo de un primer fluido 103 comprimido o confinado por el fluido de barrera 106.

Una realización adicional meramente ilustrativa se describe haciendo referencia a la Figura 5. La Figura 5 muestra un dispositivo reactor microfuido 201 para controlar una reacción entre un primer reactivo y un segundo reactivo, comprendiendo el dispositivo un primer conducto de suministro interno 202 para suministrar un primer fluido 203 que proporciona un primer reactivo (no mostrado), y un primer conducto de suministro externo 204 para suministrar un

fluido de barrera 206. Cada uno del primer conducto de suministro interno 202 y el primer conducto de suministro externo 204 está provisto de salidas (indicadas por "e") en comunicación fluida con un primer conducto de flujo confinado 210, dispuestos de manera que permiten que un fluido de barrera 206 confine o comprima el primer fluido 203 en el primer conducto de flujo confinado 210. El dispositivo 201 comprende adicionalmente un segundo conducto de suministro externo 207 para suministrar un segundo fluido 209 que proporciona un segundo reactivo (no mostrado). El primer conducto de flujo confinado 210 forma un segundo conducto de suministro interno que se extiende dentro del segundo conducto de suministro externo 207. Cada uno del primer conducto de flujo confinado 210 y el segundo conducto de suministro externo 207 tienen salidas (indicadas por "f"), dispuestos de manera que permiten que el fluido de barrera 206 forme una barrera entre el primer fluido 203 y el segundo fluido 209.

Esta configuración es de uso particular cuando el primer fluido 203 y el segundo fluido 209 son miscibles, y puede usarse para producir un flujo paralelo de un primer fluido 203 comprimido o confinado por el fluido de barrera 206.

Aquellos expertos en la materia se darán cuenta que es posible reemplazar la disposición del primer conducto de suministro externo (para suministrar el fluido de barrera) y del primer conducto de suministro interno (para suministrar el primer reactivo en presencia del primer fluido) con la disposición de unión 112 de la Figura 4. Asimismo, también es posible reemplazar la disposición del primer conducto de flujo confinado y del segundo conducto de suministro externo con la disposición de unión 114 de la Figura 4.

En la Figura 6 se muestra un dispositivo alternativo adicional meramente ilustrativo . La Figura 6 muestra un dispositivo microfuido 301 para controlar un proceso (preferentemente una reacción) entre un primer reactivo (no mostrado) y un segundo reactivo (no mostrado), comprendiendo el dispositivo 301 un primer conducto de suministro interno 302 que transporta un primer fluido 303 que proporciona el primer reactivo. El dispositivo 301 comprende adicionalmente un primer conducto de suministro externo 304 que transporta un fluido de barrera 306 y un segundo conducto de suministro externo 307 que transporta un segundo fluido 309 que proporciona el segundo reactivo.

El primer conducto de suministro interno 302 se sitúa dentro del primer conducto de suministro externo 304, y el primer conducto de suministro externo 304 se sitúa dentro del segundo conducto de suministro externo 307 para permitir que el fluido de barrera 306 forme una barrera entre el primer reactivo y el segundo reactivo. Los extremos del primer conducto de suministro interno y externo están indicados por "e".

Esta configuración es de uso particular cuando el primer fluido 303 y el segundo fluido 309 son miscibles, y puede usarse para producir un flujo paralelo de un primer fluido 303 comprimido o confinado por el fluido de barrera 306.

Reivindicaciones

1. Un método para controlar un proceso químico, comprendiendo el método las etapas de:

- 5 (i) proporcionar un flujo laminar de un primer fluido (3, 33), un flujo laminar de un segundo fluido (9, 39), y un flujo laminar de un fluido de barrera (6, 36); y
 (ii) provocar que el primer fluido y el fluido de barrera entren en contacto entre sí de forma que el fluido de barrera forme una barrera entre el primer fluido y el segundo fluido,

10 **Caracterizado por que**

el primer fluido proporciona un primer reactivo (o uno o más precursores del mismo);
 el segundo fluido proporciona un segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo);
 el fluido de barrera forma una barrera entre el primer reactivo (o uno o más precursores del mismo) y el segundo reactivo (o uno o más precursores del mismo);
 15 y la etapa (ii) comprende la formación de segmentos del primer fluido confinado o comprimido mediante el fluido de barrera, estando los segmentos rodeados por el segundo fluido, y el fluido de barrera es permeable a uno o ambos del primer y segundo reactivos.

20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende un método para controlar una reacción química entre el primer reactivo y el segundo reactivo.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 que comprende que el primer fluido se confine o comprima por el fluido de barrera antes de la formación de segmentos.

25 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3 que comprende el confinamiento o compresión del primer fluido con el fluido de barrera antes de confinar o comprimir el fluido de barrera con el segundo fluido.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3 que comprende que el fluido de barrera se ponga en contacto con el segundo fluido antes de confinar o comprimir el primer fluido con el fluido de barrera.

30 6. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que existe un gradiente de difusión o concentración a través del fluido de barrera, controlando el gradiente de difusión o concentración la velocidad de movimiento del primer o segundo reactivos a través del fluido de barrera.

35 7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente que comprende proporcionar una pluralidad de flujos laminares de fluido de barrera, entrando en contacto los flujos laminares de fluido de barrera con el primer fluido desde más de un lado, y proporcionar una pluralidad de flujos laminares del segundo fluido.

40 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 en el que cada flujo laminar del segundo fluido está asociado con un flujo laminar del fluido de barrera.

9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el primer y segundo fluidos son mutuamente inmiscibles, el fluido de barrera es permeable al segundo reactivo, y el primer y segundo reactivos, en contacto entre sí, reaccionan provocando así la formación de segmentos sólidos.

45 10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el fluido de barrera comprende el segundo fluido.

50 11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el primer fluido proporciona un precursor del primer reactivo y la etapa (i) comprende adicionalmente la provisión de un flujo laminar de un cuarto fluido que proporciona otro precursor del primer reactivo, siendo el flujo laminar del primer fluido y el flujo laminar del primer fluido flujos laminares paralelos antes de la etapa (ii), estando el primer y el cuarto fluido en contacto entre sí.

55 12. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente que se usa en el control y realización de una reacción de polimerización.

60

65

Fig.1.

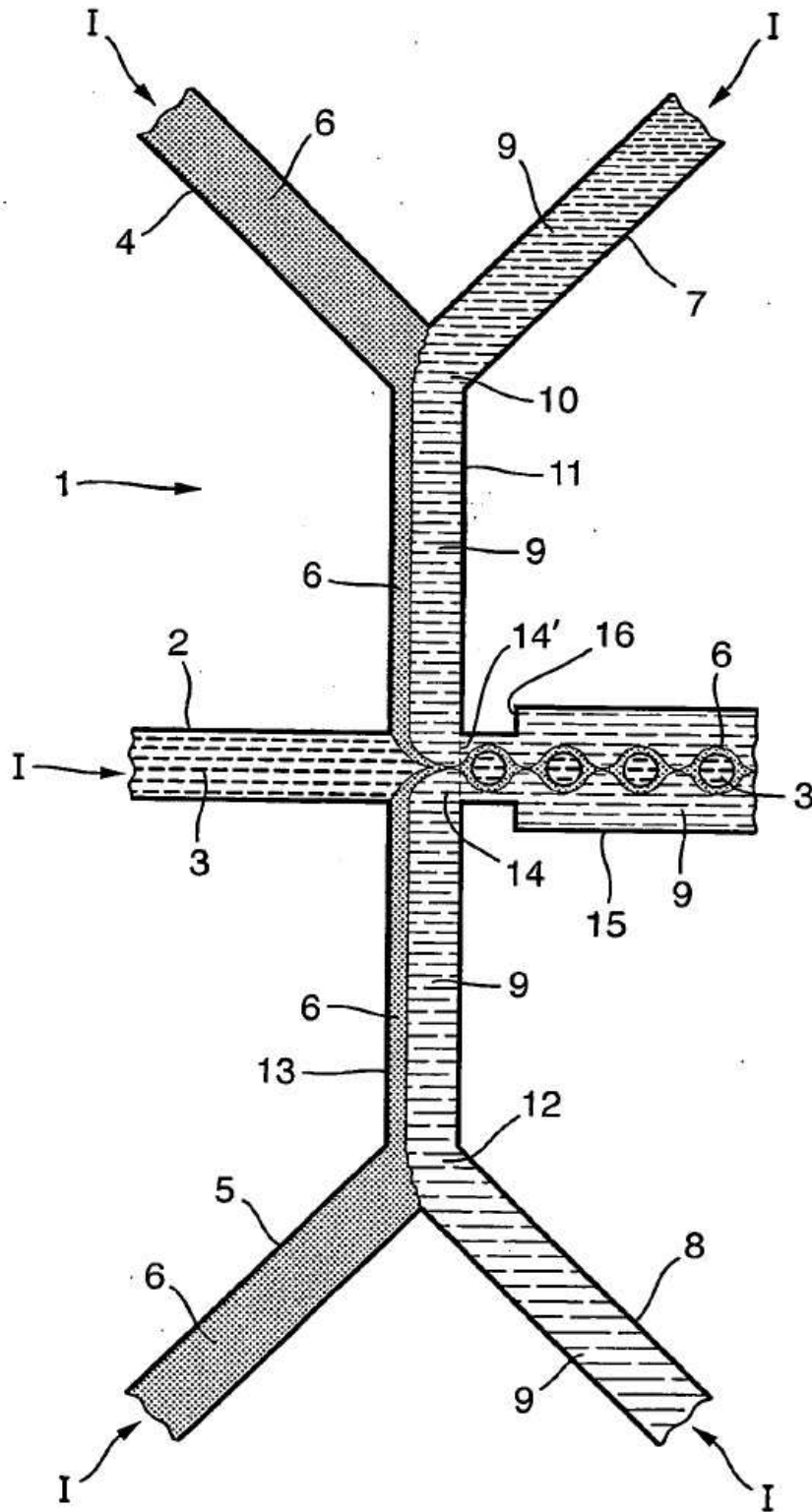


Fig.2.

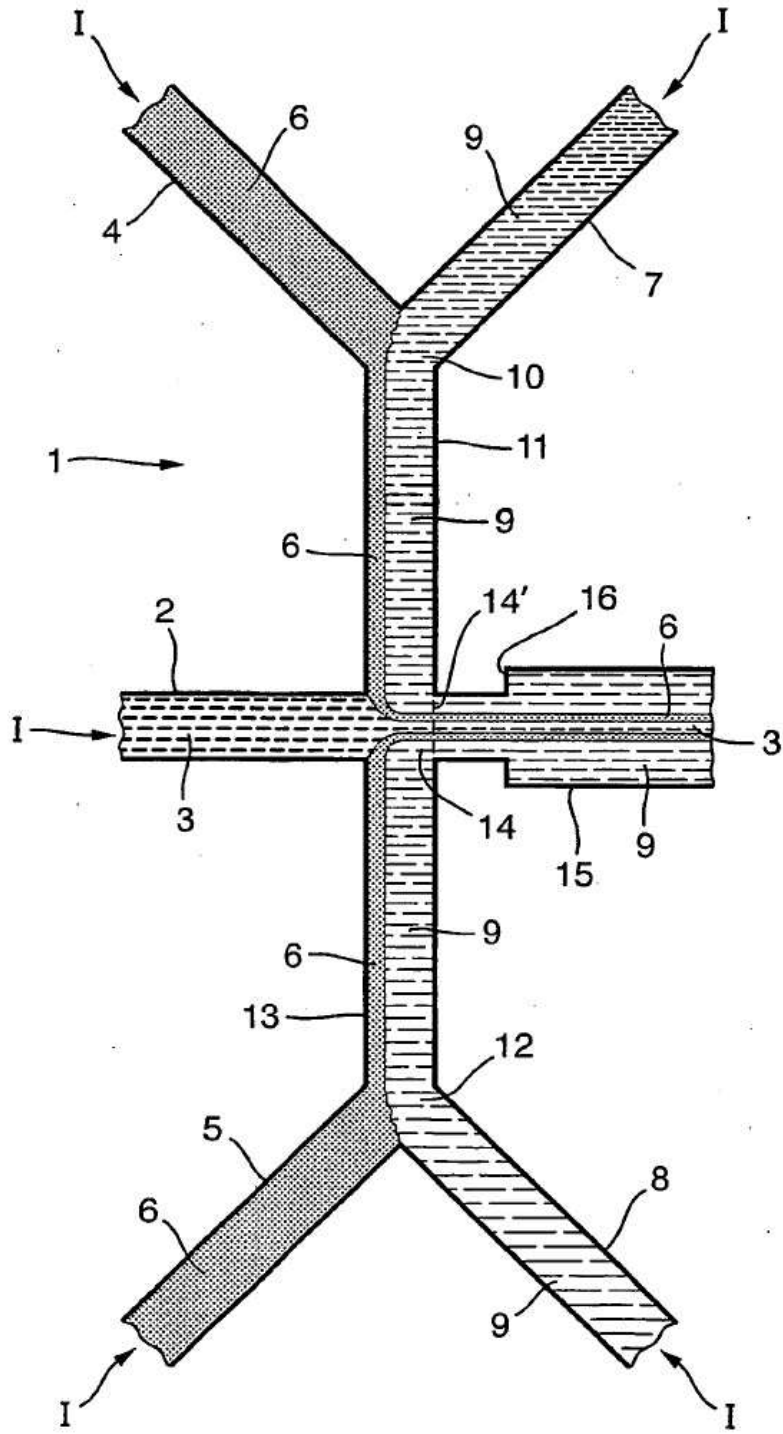


Fig.3a.

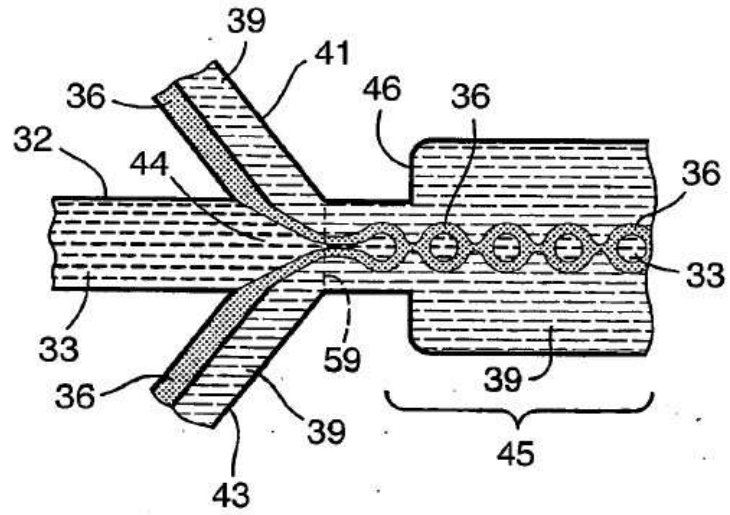


Fig.6.

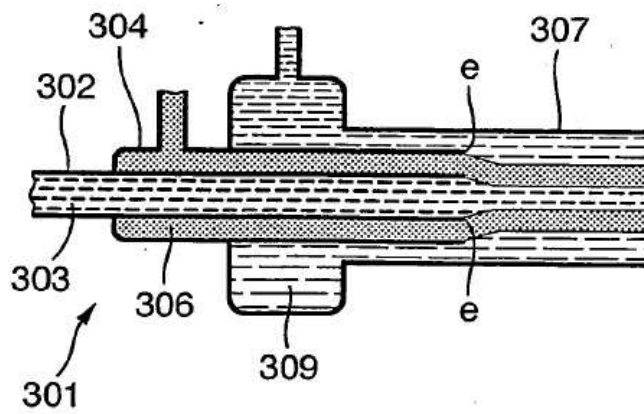


Fig.4.

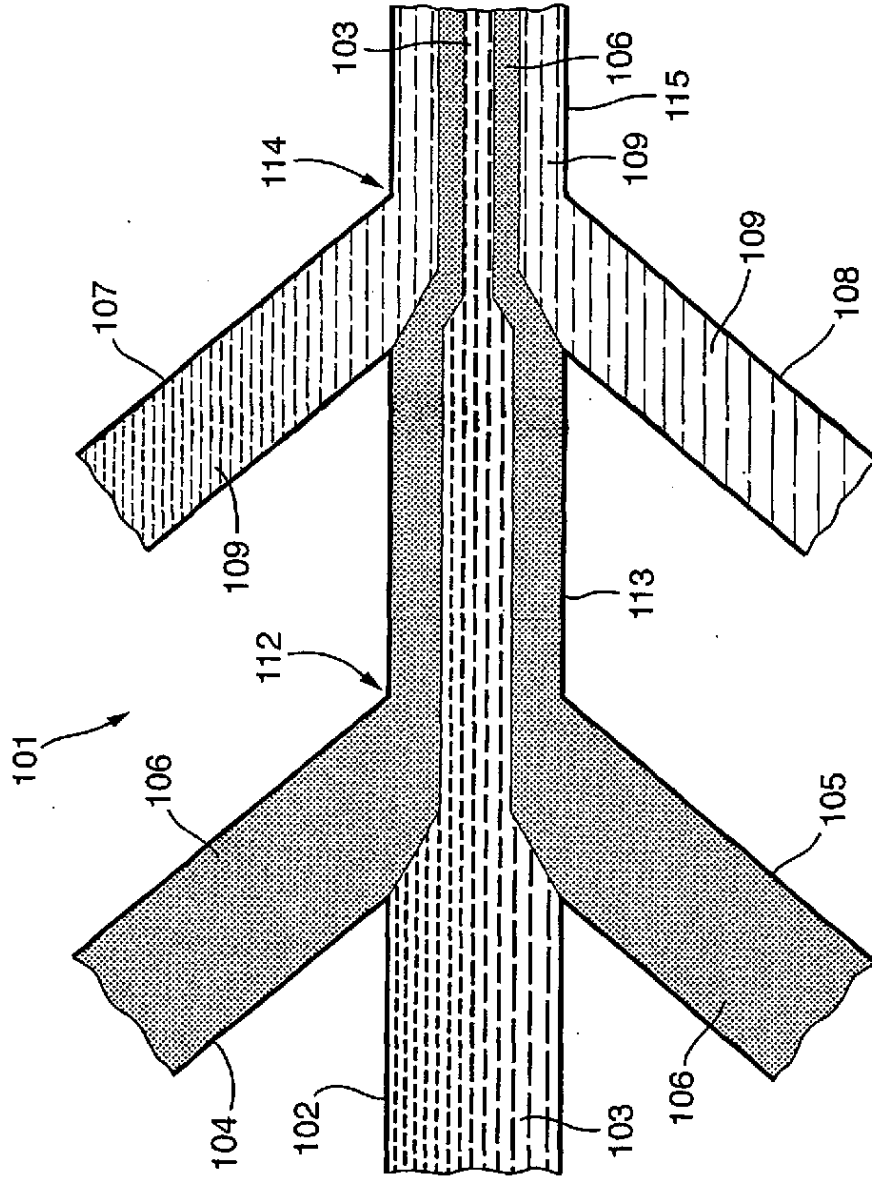


Fig.5.

