

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 832**

51 Int. Cl.:

C07C 17/087 (2006.01)

C07C 19/10 (2006.01)

C07C 17/25 (2006.01)

C07C 21/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2010 PCT/IB2010/003033**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2012 WO12056263**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2010 E 10814764 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 2632881**

54 Título: **Proceso para la fabricación de 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano por fluoración en fase líquida de 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.10.2017

73 Titular/es:

**ARKEMA FRANCE (100.0%)
420, rue d'Estienne d'Orves
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**PIGAMO, ANNE;
WENDLINGER, LAURENT y
BONNET, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 637 832 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

Proceso para la fabricación de 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano por fluoración en fase líquida de 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano

Campo de la invención

- 5 El objetivo de la invención es la fluoración catalítica en fase líquida del producto 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano (HCFO 1233xf) en el producto 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano (HCFO 244bb).

Antecedentes técnicos

- 10 El protocolo de Montreal para la protección de la capa de ozono conduce a la finalización del uso de los clorofluorocarbonos (CFC). Compuestos menos agresivos para la capa de ozono, tales como los hidrofluorocarbonos (HFC), por ejemplo HFC-134a, han reemplazado a los clorofluorocarbonos. De hecho, se mostró que estos últimos compuestos producían gases de efecto invernadero. Existe una necesidad de desarrollo de tecnologías, que presenten un bajo ODP (potencial de agotamiento de ozono) y un bajo GWP (potencial de calentamiento global). Aunque los hidrofluorocarbonos (HFC), que son compuestos que no afectan a la capa de ozono, se identificaron como candidatos interesantes, presentan un valor de GWP relativamente alto. Sigue existiendo una necesidad de encontrar compuestos que presenten un valor bajo de GWP. Las hidrofluoroolefinas (HFO) se identificaron como posibles alternativas, con valores de ODP y GWP muy bajos.

Se han desarrollado diversos procesos para la producción de compuestos HFO, en particular de propenos. El compuesto 244bb (2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano) es particularmente deseado como intermedio para la fabricación de 1234yf (2,3,3,3-tetrafluoropropano).

- 20 El documento WO2007/079431 describe la síntesis de 244bb a partir de 1233xf (2-cloro-3,3,3-trifluoropropano) ya sea con fluoración en fase líquida o fluoración en fase gas. Se describe la fluoración líquida con rendimientos de 87-90%; sin embargo, sólo se consideran los gases de cabeza, y no se analiza la fase líquida que queda en el reactor.

- 25 Los documentos US2009/0182179, US2009/0240090, US2009/0312585 y US2010/0036179 describen la fabricación de 244bb partiendo de 1233xf. Se usa SbCl_5 como un catalizador en todas estas referencias. Se informa de altas selectividades, tales como hasta 90%. Se describen también realizaciones tales como la adición de HCl en el reactor en fase líquida o el uso de un catalizador mixto $\text{SbCl}_3/\text{SbCl}_5$.

El documento WO2009/137658 ilustra el uso de 1233xf como materia prima para la producción de 244bb en fluoración en fase líquida. Se indica que el rendimiento de 244bb es entre 87 y 89%.

- 30 La selectividad es el factor clave en la reacción. De hecho, es aceptable una baja conversión si va asociada con una alta selectividad, puesto que es más fácil reciclar una alimentación sin reaccionar que deshacerse de sub-productos y productos de reacción que no encuentran uso en los procesos industriales, especialmente productos clorados.

Por lo tanto, sigue habiendo una necesidad de un proceso para la producción del compuesto 244bb con una alta selectividad.

Compendio de la invención

- 35 La invención proporciona un proceso de fluoración catalítica en fase líquida del producto 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano (HCFO 1233xf) en el producto 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano en presencia de un catalizador que es un líquido iónico, y en donde el producto de la reacción se extrae en el estado gaseoso y en donde se inyecta un gas inerte.

Las realizaciones son las siguientes:

- 40 - el líquido iónico se obtiene por reacción de al menos un ácido de Lewis halogenado u oxihalogenado basado en aluminio, titanio, niobio, tantalio, estaño, antimonio, níquel, zinc o hierro con una sal de fórmula general Y^+A^- , en la que A- denota un anión haluro o un anión hexafluoroantimonato y Y^+ un catión amonio cuaternario, un catión fosfonio cuaternario o un catión sulfonio ternario, preferiblemente el catalizador es el catalizador complejo fluorado $\text{emim}^+\text{Sb}_2\text{F}_{11}^-$.
- 45 - el proceso se lleva a cabo en una fase rica en catalizador, preferiblemente con una razón molar catalizador/compuestos orgánicos mayor que 50% en moles.
- se añade cloro durante la reacción, preferiblemente de acuerdo con una razón molar de 0,05 a 20% en moles, preferiblemente de 1 a 17% en moles de cloro por mol de compuesto de partida.
- 50 - el gas inerte es preferiblemente nitrógeno o helio. El flujo de gas, comparado con el flujo del producto de partida, está entre 0,5:1 y 5:1, ventajosamente, entre 1:1 y 3:1.

- la temperatura de la reacción varía entre 30°C y 200°C, preferiblemente entre 40°C y 170°C, ventajosamente entre 50°C y 150°C.
 - la presión de la reacción es mayor que 2 bar, preferiblemente entre 4 y 50 bar, en particular entre 5 y 15 bar.
- 5 - la razón molar de HF:compuesto de partida está entre 0,5:1 y 50:1, preferiblemente entre 3:1 con 20:1, ventajosamente entre 5:1 y 15:1.

El proceso de la invención típicamente comprende las siguientes etapas:

- 10 (i) poner en contacto 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno con fluoruro de hidrógeno en una fase líquida en presencia de un líquido iónico, en condiciones suficientes para formar una mezcla de reacción que comprende 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano;
- (ii) separar HCl y HF mediante un proceso de separación de la mezcla de reacción para formar una mezcla orgánica;
- (iii) separar la mezcla orgánica en una primera corriente que comprende 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano, y una segunda corriente que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno sin reaccionar;
- 15 (iv) reciclar el 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno sin reaccionar a la etapa (i).

Las realizaciones son las siguientes:

etapa (ii): el HCl se separa por destilación. El HF puede separarse por un proceso de decantación o lavado.

20 La etapa (iii) puede ser una etapa de destilación extractiva o un proceso de separación usando membranas. Alternativamente, los compuestos orgánicos pueden someterse a una reacción de deshidrocloración para transformar el 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano en 1,1,1,2-tetrafluoropropeno, y después separar los productos resultantes del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno.

El proceso es preferiblemente continuo.

La invención proporciona también un proceso para preparar 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, que comprende las etapas de:

- 25 (i) preparar 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano por el proceso de acuerdo con el primer aspecto de la invención;
- (ii) deshidroclorar dicho 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano en 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, preferiblemente en una fase gas.

30 Se describen también en la presente memoria los productos obtenidos siguiendo las etapas del proceso descrito por la presente, en particular una mezcla que contiene principalmente 244bb e impurezas y/o materiales de partida sin reaccionar y/o co-productos.

Descripción detallada de las realizaciones

35 La invención está basada en el impacto positivo del catalizador basado en un líquido iónico sobre la selectividad hacia 244bb en la reacción de fluoración en fase líquida de 1233xf. La selectividad es más importante que la conversión desde un punto de vista industrial, puesto que no puede reciclarse un producto reactivo (debido a la baja conversión) mientras que el producto que no puede transformarse adicionalmente (debido a una baja selectividad) se pierde definitivamente.

40 El catalizador basado en un líquido iónico se describe, por ejemplo, en las solicitudes de patente WO2008/149011 (en particular de la página 4, línea 1 a la página 6, línea 15) y WO01/81353 en nombre del solicitante, así como la referencia "liquid-phase HF Fluorination", Multiphase Homogeneous Catalysis, Ed. Wiley-VCH, (2002), 535.

Son catalizadores adecuados los derivados de ácidos de Lewis basados en aluminio, titanio, niobio, tantalio, estaño, antimonio, níquel, zinc o hierro. El líquido iónico es, en particular, una sal no acuosa que tiene un carácter iónico, que es líquida a temperaturas moderadas (preferiblemente por debajo de 120°C).

45 Los catalizadores basados en líquidos iónicos se obtienen, preferiblemente, por reacción de al menos un ácido de Lewis halogenado u oxihalogenado basado en aluminio, titanio, niobio, tantalio, estaño, antimonio, níquel, zinc o hierro con una sal de fórmula general Y+A⁻, en la que A⁻ denota un haluro (un anión bromuro, yoduro y preferiblemente cloruro o fluoruro) o un anión hexafluoroantimonato (SbF₆⁻) y Y⁺ un catión amonio cuaternario, un catión fosfonio cuaternario o un catión sulfonio ternario.

Los líquidos iónicos basados en antimonio son catalizadores preferidos, como el producto de reacción de

pentacloruro de antimonio con el compuesto cloruro de etil-metil-imidazolío, que proporciona el catalizador complejo fluorado $\text{emim}^+\text{Sb}_2\text{F}_{11}^-$.

- 5 Las condiciones de reacción (en particular, presión) son tales que los reactivos son líquidos. De acuerdo con una realización, los reactivos son líquidos mientras que el producto de reacción es gaseoso. El hecho de que el producto de reacción sea gaseoso permite su recuperación en una fase gaseosa a la salida de la zona de reacción.

Por lo tanto, la temperatura de la reacción, puede variar entre 30°C y 200°C, preferiblemente entre 40°C y 170°C, ventajosamente entre 50°C y 150°C.

La presión de la reacción es típicamente mayor que 2 bar, preferiblemente entre 4 y 50 bar, en particular entre 5 y 15 bar.

- 10 La razón molar HF:compuesto de partida generalmente está entre 0,5:1 y 50:1, preferiblemente entre 3:1 y 20:1, ventajosamente entre 5:1 y 15:1.

Las otras condiciones de reacción, en particular, los caudales, puede determinarlas el experto de acuerdo con el conocimiento general común, dependiendo de la temperatura, la presión, el catalizador, las razones de reactivo, y similares. Debe tenerse cuidado de mantener la selectividad en el valor más alto.

- 15 Puede usarse un disolvente, aunque esta no es la realización preferida. Tal disolvente es un disolvente orgánico inerte en las la condiciones de reacción. Tal disolvente generalmente estará saturado, ventajosamente en C2 a C6, para evitar las reacciones de adición. Tales disolventes pueden ser, por ejemplo, aquellos mencionados en la solicitud de patente FR2733227. Tales disolventes tienen un punto de ebullición (medido a presión atmosférica), por ejemplo mayor que 40°C, ventajosamente mayor que 50°C, en particular mayor que 60°C. Mayores temperaturas de
20 reacción implicarán mayores presiones, de manera que el punto de ebullición del disolvente en las condiciones de reacción es mayor que la temperatura de implementación de la reacción.

Puede trabajarse con razones variables catalizador/compuestos orgánicos, pero en general se preferirá una fase rica en catalizador. Por ejemplo, la razón molar catalizador/compuestos orgánicos es mayor que 50% en moles. Preferiblemente, el medio de partida es catalizador puro.

- 25 Puede usarse una corriente de cloro para aumentar la vida del catalizador, típicamente en una cantidad de 0,05 a 20% en moles, preferiblemente de 1 a 17% en moles de cloro por mol de compuesto de partida 1233xf. El cloro puede introducirse puro o mezclado con un gas inerte tal como nitrógeno o helio. El uso de un catalizador iónico permite usar pequeñas cantidades de cloro.

- 30 Puede usarse una materia prima estabilizadora si fuera necesario; típicamente en una cantidad de 5-1000 ppm, preferiblemente 10-500 ppm. Este estabilizador puede ser, por ejemplo, p-metoxifenol, t-amilfenol, timol, limoneno, d,l-limoneno, quinonas, hidroquinonas, epóxidos, aminas y sus mezclas.

- 35 El producto de la reacción se separa usando un gas ligero que permite su conducción por arrastre mecánico. Es ventajosa la retirada del 244bb gaseoso del reactor en fase líquida (menos reacciones secundarias). Puede ser ventajosa la adición de un compuesto gaseoso para la reacción, que puede estar favorecida, por ejemplo, por la mejora de la agitación (burbujeo).

Este gas puede ser inerte como el nitrógeno o el helio. El gas es preferiblemente diferente de HCl.

El flujo de gas, comparado con el flujo del producto de partida, típicamente está entre 0,5:1 y 5:1, ventajosamente, entre 1:1 y 3:1.

- 40 El proceso de fluoración en fase líquida de acuerdo con la invención puede implementarse de forma continua o semi-continua. De acuerdo con la realización preferida, el proceso es continuo.

Pueden alimentarse al reactor los reactivos (producto de partida y HF) y otros compuestos usados en la reacción (cloro, gas inerte) en el mismo lugar o en lugares diferentes del reactor. Una realización preferida es cuando se inyectan los compuestos gaseosos en el fondo del reactor, en particular para potenciar la separación mecánica y el mezclado.

- 45 Si se usa un reciclado, puede reciclarse directamente a la entrada del reactor o en un tubo inferior separado.

La reacción se implementa en un reactor dedicado a las reacciones que implican halógenos. Tales reactores son conocidos para el trabajador experto, y pueden comprender revestimientos que contienen Hastelloy®, Inconel®, Monel® o fluoropolímeros. El reactor puede estar equipado con medios para la transferencia de calor.

- 50 Típicamente, el proceso de acuerdo con una realización de la invención se lleva a cabo como sigue. El reactor (por ejemplo, equipado con una columna de separación de catalizador) para la reacción en fase líquida se carga con un catalizador basado en un líquido iónico. Después, se suministran 1233xf y HF continuamente. Puede inyectarse también una corriente de cloro anhidro, así como un gas inerte.

La corriente que se extrae de la zona de reacción está en una forma gaseosa y principalmente comprende 244bb, así como isómeros de la serie 240 (241+242+243), y cloro y gas inerte, junto con 1233xf y HF sin reaccionar.

Se separa 244bb de esta corriente mientras que los otros productos (1233xf HF y los isómeros de la serie 240) se reciclan al reactor.

- 5 El 244bb que se produce de acuerdo con la invención se usa para fabricar 1234yf. La fabricación de 1234yf partiendo de 244bb es conocida, y usa un catalizador de deshidrocloración. La reacción se lleva a cabo, preferiblemente, en fase gas, como se sabe en la técnica. El catalizador de deshidrocloración pueden ser haluros metálicos, óxidos metálicos halogenados, metal neutro (o en estado de oxidación cero) o aleación metálica, o carbono activado a granel en forma soportada.
- 10 Pueden consultarse las siguientes solicitudes de patente US2009/0182179, US2009/0240090, US2009/0312585 y US2010/0036179, para una descripción de la reacción de 244bb en 1234yf. Esta reacción es conocida para el experto.

EJEMPLOS

Los siguientes ejemplos ilustran la invención sin limitarla.

- 15 El equipo usado consiste en un autoclave encamisado con una capacidad de 1 litro, fabricado de acero inoxidable 316L, que se agita usando un agitador magnético. Está equipado con indicadores de presión y temperatura. Unas aberturas en la cabeza del autoclave permiten introducir los reactivos y la desgasificación. Este comprende, en la parte superior, un condensador, así como una válvula para regular la presión. Se controla la temperatura del condensador usando un baño termostatzado independiente.
- 20 Los productos de la reacción se extraen continuamente durante la reacción. Entran en un lavador que recoge los hidrácidos HF y HCl, y después se atrapan en frío en nitrógeno líquido. El aumento de peso del lavador y de la trampa hace posible establecer un balance de masa.

- 25 Al final del periodo de reacción, el medio de reacción se desgasifica para evacuar el HF residual. Durante este periodo de desgasificación, los compuestos orgánicos posiblemente extraídos quedan atrapados también, siempre después de haber cruzado el lavador, lo que hace posible eliminar el HF y el HCl del flujo de gas. En una última etapa, el autoclave se abre y se drena, se analiza una muestra de la fase orgánica después de haber hidrolizado y extraído el catalizador con una disolución de ácido clorhídrico.

- 30 Se realiza entonces el análisis mediante cromatografía en fase gas sobre una muestra de líquido expandido. El análisis por cromatografía se realiza usando una columna CP Sil 8, con dimensiones 50m*0,32mm*5µm. La programación de la temperatura del horno es la siguiente: 40°C durante 10 min, después una pendiente de 4°C/min hasta llegar a 200°C.

Considerando que x_i es la cantidad inicial de moles de materia prima y x_f es la cantidad final total de moles de materia prima, la conversión (%) es: $(x_i - x_f) / x_i * 100$. La selectividad de un producto se calcula mediante la razón entre la cantidad de moles recuperados de este producto y la cantidad total de moles de los productos de reacción.

- 35 Ejemplo 1: comparativo

Se introducen 150 ml del catalizador $SbCl_5$ en el reactor y se fluoran a 60°C con HF anhidro fluido durante dos horas. El flujo de HF se añade según una razón molar de 5:1 respecto a la cantidad de catalizador. Se añade también cloro continuamente para mantener un alto nivel de oxidación de antimonio. El flujo de cloro se mantiene a 1 g/h durante la etapa de prefluoración y a lo largo de todo el experimento. (15% durante la etapa de conversión).

- 40 Después de esta etapa de prefluoración, se introducen 0,5 moles de 1233xf en el reactor. La temperatura se ajusta a 85°C. Se hace fluir HF anhidro con una velocidad de 1 mol/h durante las 5 horas del experimento. La presión es de 8 bar. El valor de consigna del condensador es de 90°C (lo que significa que no hay reflujo en el reactor). Se hace fluir helio a través de un tubo inferior del reactor con un caudal de 3,4 NI/h. (razón de 1,5).

- 45 Después de 5 horas, se libera la presión y el reactor se calienta para eliminar el HF residual. Cuando se abre, quedan 289 g de catalizador en el fondo del reactor. El reactivo orgánico y el producto se han recogido en la trampa fría durante el experimento. En la tabla 1 se dan los resultados, en términos de conversión y selectividad.

Ejemplo 2: Invención

- 50 Se introducen en el reactor 100 ml de $SbCl_5$, y 50 ml del compuesto cloruro de etil-metil-imidazolio, que proporcionan un catalizador complejo fluorado $emim^+Sb_2F_{11}^-$, y se fluoran a 60°C con HF anhidro fluido durante dos horas. El flujo de HF se añade según una razón molar de 5:1 respecto a la cantidad de catalizador. Se añade también cloro continuamente para mantener un alto nivel de oxidación de antimonio. El flujo de cloro se mantiene a 1 g/h durante la etapa de prefluoración y a lo largo de todo el experimento.

Después se aplican las condiciones del ejemplo 1. En la tabla 1 se dan los resultados.

Tabla 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2
Catalizador	SbCl ₅	SbCl ₅ + emimCl
Balance de masa (%)	97,3	98,4
Conversión (%)	75,3	16,7
Selectividades (%)		
245cb	0,2	0,2
244bb	76,3	92,6
1223xd	1,3	0,06
1232xf	3,9	0,03
233ab	4,5	0,5
isómeros 241 + 242 + 243	4,7	4,0
Desconocido	9,1	2,6

- 5 Puede observarse que los compuestos desconocidos representan una cantidad significativa en el ejemplo comparativo, mientras que están a un bajo nivel para la invención (9,1 frente a 2,6). Asimismo, 1223xd (CF₃-CCl=CHCl) y 233ab (CF₃-CCl₂-CHCl) son subproductos clorados y se forman en grandes cantidades en el ejemplo comparativo, mientras que están a un bajo nivel para la invención (1,3+4,5=5,8 frente a 0,06+0,5=0,56). Para los productos secundarios no deseados, el ejemplo comparativo producirá 14,9%, mientras que para la invención estos están por debajo de 3,2, por tanto una diferencia de aproximadamente 12%, lo que es muy significativo. Por lo tanto,
- 10 la selectividad para la invención es muy alta, haciendo que el reciclado sea posible y fácil.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso de fluoración catalítica en fase líquida del producto 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno en el producto 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano, con un líquido iónico como un catalizador e inyección de un gas inerte, y en donde el producto de la reacción se extrae en el estado gaseoso.
2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el catalizador se obtiene por reacción de al menos un ácido de Lewis halogenado u oxihalogenado basado en aluminio, titanio, niobio, tantalio, estaño, antimonio, níquel, zinc o hierro con una sal de fórmula general Y^+A^- , en la que A^- denota un anión haluro o un anión hexafluoroantimonato y Y^+ un catión amonio cuaternario, un catión fosfonio cuaternario o un catión sulfonio ternario.
- 10 3. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde el catalizador es el catalizador complejo fluorado $\text{emim}^+\text{Sb}_2\text{F}_{11}^-$.
4. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, llevado a cabo en una fase rica en catalizador, preferiblemente con una razón molar catalizador/compuestos orgánicos mayor que 50% en moles.
- 15 5. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 4 en que se añade cloro durante la reacción, preferiblemente según una razón molar de 0,05 a 20% en moles, preferiblemente de 1 a 17% en moles de cloro por mol de compuesto de partida.
6. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el gas inerte es nitrógeno o helio.
7. Proceso según la reivindicación 6, en que el flujo de gas, comparado con el flujo del producto de partida, está entre 0,5:1 y 5:1, ventajosamente, entre 1:1 y 3:1.
- 20 8. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 7, en que la temperatura de la reacción varía entre 30°C y 200°C, preferiblemente entre 40°C y 170°C, ventajosamente entre 50°C y 150°C.
9. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 8, en que la presión de la reacción es mayor que 2 bar, preferiblemente entre 4 y 50 bar, en particular entre 5 y 15 bar.
- 25 10. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 9, en que la razón molar de HF:compuesto de partida está entre 0,5:1 y 50:1, preferiblemente entre 3:1 y 20:1, ventajosamente entre 5:1 y 15:1.
11. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende:
- (i) poner en contacto 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno con fluoruro de hidrógeno en una fase líquida en presencia de un catalizador basado en un líquido iónico en condiciones suficientes para formar una mezcla de reacción que comprende 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano;
- 30 (ii) separar HCl y HF mediante un proceso de separación de la mezcla de reacción para formar una mezcla orgánica;
- (iii) separar dicha mezcla orgánica en una primera corriente que comprende 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano, y una segunda corriente que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno sin reaccionar;
- (iv) reciclar el 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno sin reaccionar a la etapa (i).
- 35 12. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que es continuo.
13. Proceso para preparar 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, que comprende las etapas de:
- (i) preparar 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano mediante el proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores;
- (ii) deshidroclorar dicho 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoropropano en 2,3,3,3-tetrafluoropropeno.
- 40 14. Proceso según la reivindicación 13, en donde la deshidrocloración se realiza en una fase gas.