

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 178**

51 Int. Cl.:

C07C 17/23 (2006.01)

C07C 21/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2011** **E 11705705 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016** **EP 2534120**

54 Título: **Procedimiento para producir un alqueno que contiene flúor**

30 Prioridad:

12.02.2010 US 282429 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.04.2016

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-
chome Kita-ku Osaka-shi
Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**KOMATSU, YUZO y
KARUBE, DAISUKE**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 567 178 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para producir un alqueno que contiene flúor.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de un alqueno que contiene flúor.

Técnica anterior

10 Un procedimiento conocido para producir un propeno que contiene flúor, tal como el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), comprende la reacción de un propano clorado o un propeno clorado, que se utiliza como material de partida, con fluoruro de hidrógeno anhidro en fase gaseosa y en presencia de un catalizador, tal como óxido de cromo y óxido de cromo fluorado.

15 En este procedimiento, se producen propanos fluorados, tal como el 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb), además del propeno que contiene flúor deseado. Dichos propanos fluorados se pueden convertir en propenos que contienen flúor por deshidrofluoración, y por consiguiente resultan útiles como precursores del HFO-1234yf u otros propenos que contienen flúor.

20 En el documento WO 2007/079435 se da a conocer un procedimiento conocido para producir un propeno que contiene flúor a partir de un propano fluorado, tal como el HFC-245cb, que comprende, por ejemplo, someter el HFC-245cb a deshidrofluoración, produciéndose de este modo HFO-1234yf.

25 En este procedimiento, el HFO-1234yf se produce supuestamente con una conversión comprendida aproximadamente entre el 70% y el 90% y con una selectividad comprendida aproximadamente entre el 40% y el 70% sometiendo el HFC-245cb, que se utiliza como material de partida, a deshidrofluoración en presencia de carbón activado o carbón activado sobre el que se fijan Ni, Pd, Pt, etcétera.

30 Además, es conocido un procedimiento para producir HFO-1234yf por deshidrofluoración utilizando alúmina fluorada o carbón poroso como catalizador (véase el documento WO 2007/053178).

35 El documento WO 2008/040969 da a conocer un procedimiento de deshidrofluoración de 1,1,1,2,2-pentafluoropropano a HFC-1234yf con una relación HF:1,1,1,2,2-pentafluoropropano de 15:1 o 5:1.

Sin embargo, en estos procedimientos, la conversión de los materiales de partida y la selectividad del propeno que contiene flúor no son suficientes; en particular, es necesario mejorar adicionalmente la selectividad.

40 Características de la invención

Problema técnico

45 La presente invención se ha alcanzado teniendo en cuenta el estado actual de la técnica anterior, descrito anteriormente. Un objetivo principal de la presente invención consiste en dar a conocer un nuevo procedimiento para producir un alqueno que contiene flúor a partir de un alcano que contiene flúor, tal como propano fluorado, que es capaz de reducir la producción de subproductos y mejorar la selectividad del alqueno que contiene flúor sin reducir la conversión.

Solución al problema técnico

50 Los presentes inventores han llevado a cabo una amplia investigación para alcanzar dicho objetivo. Así, han descubierto el sorprendente fenómeno de que, cuando la reacción se lleva a cabo en fase gaseosa y en presencia de una concentración determinada o superior de fluoruro de hidrógeno anhidro en la producción de un alqueno que contiene flúor a partir de alcano que contiene flúor, la selectividad del alqueno que contiene flúor mejora significativamente a pesar de que la reacción tiene lugar por deshidrofluoración. La presente invención se ha llevado a cabo tras estudios adicionales basados en estos descubrimientos.

60 Más específicamente, la presente invención da a conocer el siguiente procedimiento para la producción de un alqueno que contiene flúor.

Punto 1. Procedimiento para producir un alqueno que contiene flúor, representado por la fórmula (2):



65 en la que Rf^1 y Rf^2 son iguales o diferentes, y son F, H, $X(CF_2)_n$ -

donde n es un entero comprendido entre 1 y 5, y X es F o H, con la condición de que Rf¹ y Rf² no sean simultáneamente H,

comprendiendo dicho procedimiento el calentamiento del alcano que contiene flúor representado por la fórmula (1):



en la que Rf¹ y Rf² son tal como se han definido anteriormente, en fase gaseosa y en presencia de 5 mol o más de fluoruro de hidrógeno anhidro por mol del alcano que contiene flúor, a fin de llevar a cabo una reacción de deshidrofluoración.

Punto 2. Procedimiento según el punto 1, en el que el alcano que contiene flúor que se utiliza como material de partida está representado por la fórmula (1-1):



en la que Rf¹ es F, H o X(CF₂)_n,

donde n es un entero comprendido entre 1 y 3, y X es F o H, y Rf³ es F o H, con la condición de que Rf¹ y Rf³ no sean simultáneamente H.

Punto 3. Procedimiento según el punto 1 o 2, en el que la reacción se lleva a cabo en presencia de un catalizador.

Punto 4. Procedimiento según el punto 3, en el que la reacción se lleva a cabo en presencia de un catalizador que contiene átomos de cromo.

Punto 5. Procedimiento según cualquiera de los puntos 1 a 4, en el que la reacción se lleva a cabo en presencia de entre 10 y 200 mol de fluoruro de hidrógeno anhidro por mol del alcano que contiene flúor.

A continuación se describe con detalle el procedimiento para producir un alqueno que contiene flúor según la presente invención.

Alcano fluorado

En la presente invención, el alcano que contiene flúor representado por la fórmula (1): Rf¹CF(Rf²)CH₃ se utiliza como material de partida. En la fórmula (1), Rf¹ y Rf² son iguales o diferentes, y son F, H o X(CF₂)_n, donde n es un número entero comprendido entre 1 y 5 y X es F o H, con la condición de que Rf¹ y Rf² no sean simultáneamente H.

En la fórmula (1), la cantidad de subproductos de descomposición tiende a aumentar a medida que aumenta el número total de carbonos de Rf¹ y Rf². Por esta razón, entre los ejemplos preferentes del alcano que contiene flúor representado por la fórmula (1) se incluye, en particular, un alcano que contiene flúor representado por la fórmula (1-1): Rf¹CF(Rf³)CH₃, en la que Rf¹ es F, H o X(CF₂)_n, donde n es un entero comprendido entre 1 y 3, y X es F o H y Rf³ es F o H, con la condición de que Rf¹ y Rf³ no sean simultáneamente H; y similares.

Entre los ejemplos específicos del alcano que contiene flúor se incluyen el 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb), el 1,1,2,2-tetrafluoropropano (HFC-254cb), el 1,1,1,2-tetrafluoropropano (HFC-254eb), el 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), el 1,1-difluoroetano (HFC-152a), el 1,1,1,2,2,3,3-heptafluorobutano (HFC-347mccs) y similares.

Estos ejemplos del alcano que contiene flúor representado por la fórmula (1) son compuestos conocidos fácilmente disponibles.

Procedimiento para producir un alcano que contiene flúor

En el procedimiento para producir un alqueno que contiene flúor según la presente invención, se utiliza un alcano que contiene flúor, tal como se ha descrito anteriormente, como material de partida, y se calienta en fase gaseosa para llevar a cabo una reacción de deshidrofluoración, obteniéndose un alqueno que contiene flúor.

En la presente invención, cuando se produce un alqueno que contiene flúor a partir de un alcano que contiene flúor por el procedimiento anterior, es necesario que esté presente una cantidad determinada o superior de fluoruro de hidrógeno anhidro en el sistema de reacción. De este modo, la selectividad del alqueno que contiene flúor puede mejorarse mucho, a la vez que apenas se reduce la conversión del material de partida, a pesar de que la reacción tiene lugar por deshidrofluoración.

A fin de lograr el efecto de mejorar la selectividad, es necesario que la cantidad de fluoruro de hidrógeno anhidro en el sistema de reacción sea de 50 mol o más por mol del alcano que contiene flúor que se utiliza como material de

partida. Con una cantidad de fluoruro de hidrógeno anhidro por debajo de este intervalo, el efecto de mejora de la selectividad no se exhibe suficientemente.

5 En el límite superior, la cantidad de fluoruro de hidrógeno no está particularmente limitada. Una cantidad muy grande de fluoruro de hidrógeno tiene poca influencia sobre la selectividad y la conversión; sin embargo, la productividad se reduce porque la cantidad de fluoruro de hidrógeno que debe separarse aumenta durante la purificación. Por ello, en términos generales, resulta preferido que la cantidad de fluoruro de hidrógeno anhidro sea de aproximadamente 200 mol o menor por mol del alcano que contiene flúor.

10 El procedimiento según la presente invención se puede llevar a cabo en presencia o ausencia de un catalizador. En particular, cuando la reacción de deshidrofluoración se lleva a cabo en presencia de un catalizador, la temperatura de reacción puede reducirse, a la vez que puede mejorarse adicionalmente la selectividad.

15 Como catalizador, pueden utilizarse catalizadores conocidos utilizables en la reacción de deshidrohalogenación. Son ejemplos de los mismos los haluros y óxidos de metales de transición, elementos de los grupos 14 y 15, etcétera. Los elementos metálicos presentes en estos catalizadores tienen una afinidad elevada por un átomo de flúor que debe ser eliminado, por lo que se considera que tienen el efecto de fomentar la reacción de deshidrofluoración. Entre los ejemplos específicos de metales de transición se incluyen Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Zr, Nb, Ta, W, etcétera. Entre los ejemplos específicos de elementos del grupo 14 se incluyen Sn, Pb, etcétera. Entre los ejemplos
20 específicos de elementos del grupo 15 se incluyen Sb, Bi, etcétera. Entre los ejemplos de haluros de estos elementos se incluyen fluoruros, cloruros, etcétera. Entre éstos, ejemplos de catalizadores preferentes son SbCl_5 , SbCl_3 , SbF_5 , TaCl_5 , SnCl_4 , NbCl_5 , FeCl_3 , CrCl_3 , CrF_3 , TiCl_4 , MoCl_5 , Cr_2O_3 , CrO_2 , CrO_3 , CoCl_2 , NiCl_2 , etcétera. Estos catalizadores pueden utilizarse individualmente o combinando dos o más de ellos. Alternativamente, pueden estar fijados sobre un soporte. El soporte que puede utilizarse no está particularmente limitado, y entre los ejemplos del mismo se incluyen silicato poroso de alúmina, representado por la zeolita, óxido de aluminio, óxido de silicio, carbón
25 activado, óxido de titanio, óxido de zirconio, óxido de cinc, fluoruro de aluminio y similares. Los mismos pueden utilizarse solos o combinados, o en forma de compuesto estructural de los mismos. Entre los ejemplos específicos de catalizadores fijados sobre un soporte se incluyen $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{AlF}_3$, $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{C}$, $\text{CoCl}_2/\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{NiCl}_2/\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CoCl}_2/\text{AlF}_3$, $\text{NiCl}_2/\text{AlF}_3$, etcétera.

30 En la presente invención, resulta preferido utilizar un catalizador que contiene átomos de cromo, y resulta particularmente preferente utilizar, por lo menos, un catalizador seleccionado entre el grupo que comprende óxido de cromo y óxido de cromo fluorado. Entre los ejemplos de dichos óxido de cromo y óxido de cromo fluorado se incluyen el óxido de cromo cristalino, el óxido de cromo amorfo y similares.

35 La composición del óxido de cromo no está particularmente limitada. Por ejemplo, resulta preferido utilizar un óxido de cromo representado por la fórmula de composición CrO_m , en la que $1,5 < m < 3$, más preferentemente $2 < m < 2,75$, y aún más preferentemente $2 < m < 2,3$. Se puede utilizar cualquier catalizador de óxido de cromo en forma de polvo, gránulos, etcétera, siempre y cuando sea adecuado para la reacción. Particularmente, resultan preferidos los catalizadores de tipo granuloso. El catalizador de óxido de cromo anterior se puede producir, por ejemplo, mediante el procedimiento descrito en la publicación de patente japonesa sin examinar 5-146680.

40 El catalizador de óxido de cromo se puede producir mediante el procedimiento descrito en la publicación de patente japonesa sin examinar 5-146680. Por ejemplo, se puede obtener por fluoración del óxido de cromo obtenido por el procedimiento anterior con fluoruro de hidrógeno (tratamiento con HF). La temperatura de fluoración puede estar comprendida, por ejemplo, entre aproximadamente 100°C y 460°C .

45 Aunque el área superficial del catalizador se reduce tras el tratamiento de fluoración, generalmente la actividad del mismo es más elevada, con una superficie específica mayor. La superficie específica tras el tratamiento de fluoración está comprendida, preferentemente, entre aproximadamente $25 \text{ m}^2/\text{g}$ y $130 \text{ m}^2/\text{g}$, y más preferentemente entre aproximadamente $40 \text{ m}^2/\text{g}$ y $100 \text{ m}^2/\text{g}$, aunque no se limita a dichos intervalos. En la presente memoria, la superficie específica se mide por el método BET.

50 Alternativamente, la reacción de fluoración del óxido de cromo se puede llevar a cabo suministrando fluoruro de hidrógeno anhidro a un reactor relleno de óxido de cromo antes de la reacción de deshidrofluoración del alcano que contiene flúor. Después de que el óxido de cromo se ha fluorado de esta manera, se suministra el material de partida al reactor, con lo que se promueve eficientemente la reacción de producción del producto deseado.

55 El grado de fluoración del catalizador no está particularmente limitado; por ejemplo, el contenido de flúor está comprendido preferentemente entre el 5% y el 30% en peso.

60 Además, el catalizador a base de cromo descrito en la publicación de patente japonesa sin examinar 11-171806 también puede utilizarse como catalizador de óxido de cromo o catalizador de óxido de cromo fluorado. El catalizador a base de cromo se encuentra en estado amorfo y comprende, como componente principal, un compuesto de cromo que contiene, por lo menos, un elemento metálico seleccionado entre el grupo que comprende

indio, galio, cobalto, níquel, cinc y aluminio. El cromo contenido en el compuesto de cromo tiene un número de valencia promedio no menor de +3,5 y no mayor de +5,0.

5 Dado que el procedimiento de la presente invención se lleva a cabo en presencia de fluoruro de hidrógeno, la fluoración del catalizador tiene lugar, presumiblemente, durante la reacción, incluso cuando el tratamiento de fluoración no se lleva a cabo previamente.

10 El método de utilización del catalizador no está particularmente limitado, siempre que el material de partida gaseoso esté en contacto con el catalizador en grado suficiente. Por ejemplo, el catalizador puede estar fijado en un reactor o dispersado en un lecho fluidizado.

15 En el procedimiento de la presente invención para producir un alqueno que contiene flúor, el procedimiento de reacción no está particularmente limitado, siempre que el alcano que contiene flúor que se utiliza como material de partida pueda calentarse suficientemente en fase gaseosa.

20 En un ejemplo específico de una forma de realización, si se utiliza un catalizador, el mismo se carga en un reactor de tipo de flujo tubular y se introducen en dicho reactor el alcano que contiene flúor y el fluoruro de hidrógeno, que se utilizan como materiales de partida. Preferentemente, el reactor está constituido por un material resistente a la acción corrosiva del fluoruro de hidrógeno, tal como Hastelloy, Inconel, Monel o similares.

25 Los materiales de partida anteriores se pueden suministrar directamente al reactor; o pueden utilizarse nitrógeno, helio, argón y otros gases inertes frente a los materiales de partida y el catalizador, en combinación con los materiales de partida. La concentración de gas inerte puede estar comprendida, por ejemplo, entre aproximadamente el 0% y el 80% en moles con respecto a la cantidad total de los componentes gaseosos introducidos en el reactor; es decir, las cantidades de alcano que contiene flúor y fluoruro de hidrógeno anhidro (materiales de partida), además del gas inerte y, opcionalmente, la cantidad de oxígeno gaseoso, si se añade.

30 Si se utiliza un catalizador, los materiales de partida anteriores se pueden suministrar al reactor junto con oxígeno para mantener la actividad catalítica durante un período prolongado. En este caso, la cantidad añadida de oxígeno puede estar comprendida, por ejemplo, entre aproximadamente el 0,1% y el 50% en moles con respecto a la cantidad total de los componentes gaseosos, incluidos el alcano que contiene flúor y el fluoruro de hidrógeno anhidro (materiales de partida), además del oxígeno, y opcionalmente la cantidad de gas inerte, si se utiliza. No resulta preferida una mayor cantidad de oxígeno, dado que se producen una reacción de oxidación y otras reacciones secundarias, y disminuye la selectividad.

35 La temperatura de reacción, la presión, el tiempo de reacción y otras condiciones de la reacción de deshidrofluoración de la presente invención no están particularmente limitados. Los valores óptimos pueden determinarse teniendo en cuenta la eficiencia de producción, la selectividad del HFO-1234yf, la vida útil del catalizador, si se utiliza, etcétera.

40 En general, la temperatura de reacción está comprendida, preferentemente, entre aproximadamente 200°C y 550°C, y más preferentemente entre aproximadamente 300°C y 450°C. A una temperatura de reacción demasiado baja, la conversión del alcano que contiene flúor tiende a disminuir. Por el contrario, una temperatura de reacción excesivamente alta provoca fácilmente la producción de compuestos C1 y C2 por la descomposición de los materiales de partida, y la producción de $R^1C(R^2)=CHF$ y otros isómeros como subproductos. Por consiguiente, no resulta preferido un intervalo de temperatura que quede fuera del intervalo descrito anteriormente.

45 Dado que la selectividad del alqueno que contiene flúor tiende a disminuir a una temperatura de reacción más elevada, resulta preferente aumentar la proporción de fluoruro de hidrógeno con respecto a alcano que contiene flúor para mantener una selectividad alta cuando la reacción se lleva a cabo a una temperatura más elevada. Por ejemplo, si la temperatura de reacción es de 380°C o mayor, resulta preferido utilizar aproximadamente 30 mol o más de fluoruro de hidrógeno anhidro por mol de alcano que contiene flúor.

50 La presión durante la reacción no está particularmente limitada, y la reacción se puede llevar a cabo a presión reducida, presión normal o presión aumentada. Generalmente, la reacción se puede llevar a cabo por debajo de aproximadamente la presión atmosférica (0,1 MPa); sin embargo, la reacción también puede desarrollarse sin problemas a una presión reducida de menos de 0,1 MPa. La reacción también se puede llevar a cabo a una presión aumentada que no provoque la licuación de los materiales de partida.

55 El tiempo de reacción no está limitado. Por ejemplo, si se utiliza un catalizador, el tiempo de contacto, determinado por el cociente W/F_0 entre la cantidad W (g) de catalizador y el caudal total F_0 de los componentes gaseosos que se hacen fluir a través del sistema de reacción (caudal a 0°C y 0,1 MPa: cm^3/s), está comprendido preferentemente entre aproximadamente 0,1 g·s/cm³ y 90 g·s/cm³, y más preferentemente entre aproximadamente 1 g·s/cm³ y 50 g·s/cm³. Si no se utiliza catalizador, el tiempo de contacto, determinado por el cociente V/F_0 entre el volumen de espacio V (cm³) y el caudal total F_0 de componentes gaseosos que se hacen fluir a través del sistema de reacción (caudal a 0°C y 0,1 MPa: cm^3/s), está comprendido preferentemente entre aproximadamente 0,1 g·s/cm³ y 50

g-s/cm³, y más preferentemente entre aproximadamente 1 g-s/cm³ y 30 g-s/cm³. El caudal total de los componentes gaseosos utilizados en la presente invención es el caudal total de alcano que contiene flúor y fluoruro de hidrógeno anhidro, y opcionalmente gas inerte, oxígeno, etcétera, si se utilizan.

5 Según el procedimiento anterior, el alqueno que contiene flúor representado por la fórmula (2): Rf¹C(Rf²)=CH₂, en la que Rf¹ y Rf² se han definido anteriormente, puede obtenerse con una selectividad elevada mediante la reacción de deshidrofluoración del alcano que contiene flúor representado por la fórmula (1): Rf¹CF(Rf²)CH₃, que se utiliza como material de partida. Por ejemplo, si se utiliza 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb) como material de partida, puede obtenerse 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) con una selectividad elevada.

10 El producto obtenido se puede separar y recoger por un método de uso general, tal como destilación. Además, los materiales de partida que no han reaccionado se pueden reciclar devolviéndose al reactor después de su separación y purificación. Por lo tanto, puede mantenerse una productividad elevada mediante el reciclaje de los materiales de partida sin reaccionar.

15 Efectos ventajosos de la invención

El procedimiento de producción de la presente invención puede mejorar significativamente la selectividad del alqueno que contiene flúor en la producción de un alqueno que contiene flúor a partir de un alcano que contiene flúor, tal como propano fluorado, sin reducir la conversión en comparación con un procedimiento convencional.

20 Además, el procedimiento de la presente invención puede hacer un uso beneficioso del alcano que contiene flúor que se produce como subproducto en un procedimiento convencional para producir un alqueno que contiene flúor, y convertirlo eficientemente en un alqueno que contiene flúor.

25 Por lo tanto, el procedimiento de la presente invención es muy útil desde el punto de vista industrial para producir un alqueno que contiene flúor.

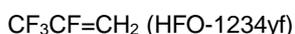
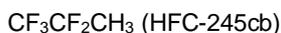
30 Descripción de las formas de realización

A continuación, la presente invención se describe con mayor detalle haciendo referencia a los ejemplos.

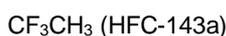
Ejemplo 1

35 Se introdujo un catalizador (9,35 g; contenido de flúor: aproximadamente el 15,0% en peso), obtenido por fluoración del óxido de cromo representado por la fórmula de composición: CrO₂, en un reactor Hastelloy tubular equipado con una válvula de contrapresión a su salida y con un diámetro interior de 15 mm y una longitud de 1 m. Dicho reactor tubular se mantuvo a presión atmosférica (0,1 MPa) a 365°C. Se suministraron al reactor fluoruro de hidrógeno anhidro (HF) gaseoso y oxígeno gaseoso a 28 cm³/min y 0,11 cm³/min (caudal a 0°C y 0,1 MPa; lo mismo se aplica en lo sucesivo), respectivamente, durante una hora. A continuación, se suministró CF₃CF₂CH₃ (HFC-245cb) a 0,25 cm³/min. La razón molar de HF con respecto a HFC-245cb era de 110 en este momento. Al cabo de seis horas, el gas de salida del reactor se analizó por cromatografía de gases. En la tabla 1 se indican los resultados del análisis.

45 La fórmula química de cada compuesto es la siguiente.



50 CF₃CH=CHF (HFO-1234ze)



55 CF₃CH₂CHF₂ (HFC-245fa)

Ejemplo 2

60 La reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, con la excepción de que los caudales de fluoruro de hidrógeno anhidro (HF) gaseoso, oxígeno gaseoso y HFC-245cb se cambiaron a 221 cm³/min, 0,44 cm³/min y 2,22 cm³/min (caudal a 0°C y 0,1 MPa), respectivamente. La razón molar de HF con respecto a HFC-245cb era de 100 en este momento. La tabla 1 representa los resultados del análisis del gas de salida.

Ejemplo 3

65 La reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, con la excepción de que la temperatura de reacción se cambió a 345°C. La tabla 1 representa los resultados del análisis del gas de salida.

Ejemplo 4

5 La reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, con la excepción de que la temperatura se cambió a 385°C. La tabla 1 representa los resultados del análisis del gas de salida.

Ejemplo comparativo 5

10 La reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, con la excepción de que los caudales de fluoruro de hidrógeno anhidro (HF) gaseoso, oxígeno gaseoso y HFC-245cb se cambiaron a 27 cm³/min, 0,11 cm³/min y 0,55 cm³/min (caudal a 0°C y 0,1 MPa), respectivamente. La razón molar de HF con respecto a HFC-245cb era de 49 en este momento. La tabla 2 representa los resultados del análisis del gas de salida.

Ejemplo comparativo 1

15 La reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, con la excepción de que no se suministró fluoruro de hidrógeno anhidro (HF) gaseoso y los caudales de oxígeno gaseoso y HFC-245cb se cambiaron a 5,0 cm³/min y 25 cm³/min (caudal a 0°C y 0,1 MPa), respectivamente. La razón molar de HF con respecto a HFC-245cb era de 0 en este momento. La tabla 2 representa los resultados del análisis del gas de salida.

Ejemplo comparativo 6

20 La reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, con la excepción de que los caudales de fluoruro de hidrógeno anhidro (HF) gaseoso, oxígeno gaseoso y HFC-245cb se cambiaron a 25 cm³/min, 0,50 cm³/min y 2,5 cm³/min (caudal a 0°C y 0,1 MPa), respectivamente. La razón molar de HF con respecto a HFC-245cb era de 10 en este momento. La tabla 2 representa los resultados del análisis del gas de salida.

Tabla 1

	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4
Temp. de reacción (°C)	365	365	345	385
W/F ₀ (g·s/cm ³)	20	2,5	20	20
HF/HFC245cb	110	100	110	110
conversión de HFC-245cb (% por CG)	82	78	71	90
selectividad de HFO-1234yf (% por CG)	90	98	97	81
selectividad de HFO-1234ze (% por CG)	4,4	0,9	1,8	14
selectividad de HFC-143a (% por CG)	3,0	0,2	0,2	2,5
selectividad de HFC-245fa (% por CG)	0,7	0,1	0,5	1,4

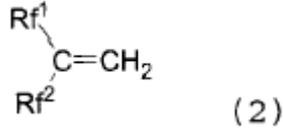
30

Tabla 2

	Ej. comp. 5	Ej. comp. 6	Ej. comp. 1
Reaction temp. (°C)	365	365	365
W/F ₀ (g·s/cm ³)	20	20	20
HF/HFC245cb (% por CG)	49	10	0
conversión de HFC-245cb (% por CG)	82	80	74
selectividad de HFO-1234yf (% por CG)	88	84	79
selectividad de HFO-1234ze (% por CG)	5,9	6,8	6,9
selectividad de HFC-143a (% por CG)	3,1	1,1	2,8
selectividad de HFC-245fa (% por CG)	0,9	1,5	1,2

REIVINDICACIONES

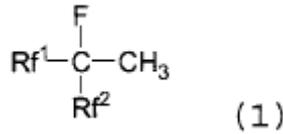
1. Procedimiento para producir un compuesto de fórmula (2):



5

en el que Rf^1 y Rf^2 son cada uno individualmente H, F o $\text{X}(\text{CF}_2)_n$ -, en el que n es un entero de 1 a 5, y X es F o H, con la condición de que Rf^1 y Rf^2 no sean simultáneamente H, que comprende calentar un compuesto de fórmula (1) en el que Rf^1 y Rf^2 son como se han definido anteriormente:

10



en fase gaseosa en presencia de ≥ 50 mol de HF anhidro por mol de compuesto (1), para llevar a cabo una reacción de deshidrofluoración.

15

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que Rf^1 es H, F o $\text{X}(\text{CF}_2)_n$ -, en el que n es un entero de 1 a 3 y X es F o H, y Rf^2 es H o F.

20

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la reacción se lleva a cabo en presencia de un catalizador.

25

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el catalizador es un catalizador que contiene átomos de cromo.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la reacción se lleva a cabo en presencia de 50 mol a 200 mol de HF anhidro por mol de compuesto (2).

30