

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 802**

51 Int. Cl.:

B01J 29/08	(2006.01) B01J 23/63	(2006.01)
B01J 23/40	(2006.01) B01J 23/656	(2006.01)
B01J 23/60	(2006.01) B01J 29/16	(2006.01)
B01J 23/652	(2006.01) C10G 49/04	(2006.01)
B01J 37/04	(2006.01) C07C 5/333	(2006.01)
B01J 23/28	(2006.01) C07C 5/32	(2006.01)
B01J 35/00	(2006.01) C10G 49/06	(2006.01)
B01J 23/30	(2006.01) C10G 49/08	(2006.01)
B01J 23/36	(2006.01)	
B01J 23/62	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2016** **E 16203690 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020** **EP 3335793**

54 Título: **Catalizador para la conversión de una alimentación de hidrocarburos que comprende un compuesto de hidrocarburo saturado en productos olefínicos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.12.2020

73 Titular/es:

SMH CO., LTD. (100.0%)
1 Siam Cement Road Bangsue
10800 Bangkok, TH

72 Inventor/es:

JANTHARASUK, AMNART y
SURIYE, KONGKIAT

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 797 802 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

Catalizador para la conversión de una alimentación de hidrocarburos que comprende un compuesto de hidrocarburo saturado en productos olefínicos

5 La presente invención se refiere a un catalizador de conversión de hidrocarburos que puede usarse en un proceso para la conversión de una alimentación de hidrocarburos que comprende un compuesto de hidrocarburo saturado en productos olefínicos.

10 Las olefinas, especialmente olefinas ligeras incluyendo etileno y propileno, son productos de hidrocarburo valiosos. Son útiles para preparar una amplia variedad de productos finales, incluyendo óxido de etileno, óxido de propileno, etilbenceno, acetona, fenol, polietileno, polipropileno, otros polímeros, y otros productos petroquímicos. Aunque los precios han fluctuado con el tiempo, las demandas en la industria todavía están creciendo continuamente.

15 Para atender las necesidades industriales, se han utilizado muchos métodos para producir olefinas. Sin embargo, típicamente es económicamente más atractivo producir olefinas a partir de materias primas de menor valor, tales como parafinas. Un método convencional para convertir parafinas saturadas en olefinas es el craqueo térmico. Este es un método altamente intensivo en energía y la selectividad del producto es difícil de ajustar y controlar.

20 El craqueo catalítico es un método desarrollado posteriormente. Con materiales catalíticos apropiados, generalmente materiales basados en zeolita, el craqueo de hidrocarburos puede ocurrir en condiciones de operación menos severas.

25 En la técnica (por ejemplo, el documento EP2689843 A1) también se conocen procesos que convierten parafinas saturadas en olefinas mediante deshidrogenación utilizando un catalizador apropiado. Se puede seguir de deshidrogenación, mediante una etapa de metátesis apropiada, para finalmente proporcionar una distribución de olefinas que satisfaga las más altas necesidades industriales.

30 Pueden producirse diversas reacciones secundarias durante la deshidrogenación y metátesis, por ejemplo la (re)hidrogenación de etileno, propileno o buteno, que son productos finales preferidos de una reacción de deshidrogenación de etano, propano o butano. Además, en presencia de hidrógeno, hidrogenólisis y craqueo de materias primas, tales como propano, puede producirse. Por tanto, el desarrollo de hidrógeno puede ser un inconveniente en la reacción adicional de las olefinas obtenidas.

35 Por tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un catalizador de conversión de hidrocarburos en donde las reacciones secundarias del hidrógeno pueden disminuirse o prevenirse sustancialmente cuando se utiliza en un proceso de conversión de hidrocarburos, especialmente un proceso integrado de deshidrogenación-metátesis.

40 Este objetivo se logra mediante un catalizador de conversión de hidrocarburos, que comprende:
una primera composición que comprende un metal activo de deshidrogenación sobre un soporte sólido;
y una segunda composición que comprende un metal de transición y un agente dopante sobre un soporte inorgánico, en donde el agente dopante se selecciona de cinc, galio, indio, lantano, y mezclas de los mismos, y el soporte inorgánico es dióxido de silicio o una mezcla de dióxido de silicio y zeolita.

45 El metal activo de deshidrogenación se refiere a un grupo de metales que son eficaces para la deshidrogenación de un hidrocarburo. La deshidrogenación es una reacción en la que el hidrógeno se desprende de una molécula. El metal activo de deshidrogenación se selecciona de platino, paladio, iridio, cromo, y mezclas de los mismos, preferentemente platino.

50 En una realización, el soporte sólido se selecciona de óxido de aluminio, dióxido de silicio, dióxido de circonio, dióxido de titanio, óxido de magnesio, óxido de calcio, y mezclas de los mismos.

En otra realización, el soporte sólido comprende una mezcla de óxido de magnesio y aluminio y/u óxido de calcio y aluminio.

55 El metal activo adicional, que actúa para mejorar la actividad catalítica de esta primera composición, tal como potasio, estaño, lantano, indio, itrio, iterbio, renio, y mezclas de los mismos, también puede estar presente en la primera composición, preferentemente estaño, indio, y una mezcla de los mismos.

60 En una realización, la primera composición contiene 0,01 a 25 % en peso del metal activo de deshidrogenación, preferentemente 0,05 a 20 % en peso del metal activo de deshidrogenación, más preferentemente 0,1 a 5 % en peso del metal activo de deshidrogenación, basado en el peso total de la primera composición.

65 En una realización, el platino es el metal activo de deshidrogenación, $A_1_2O_3$ es el soporte sólido, y estaño y/o potasio son metales activos adicionales en la primera composición.

En otra realización, el platino es el metal activo de deshidrogenación. SiO_2 y ZrO_2 son el soporte sólido, e itrio y/o

iterbio son metales activos adicionales en la primera composición.

5 En una realización adicional, el platino es el metal activo de deshidrogenación, un óxido mixto de magnesio y aluminio y/o una mezcla de óxido de calcio y aluminio es el soporte sólido, e indio y/o estaño es el metal activo adicional, en la primera composición.

10 En una realización, el óxido mixto de magnesio-aluminio y el óxido mixto de calcio-aluminio derivan de un hidróxido doble en capas de magnesio-aluminio o calcio-aluminio, que puede obtenerse preferentemente sometiendo un hidróxido doble en capas de magnesio-aluminio o calcio-aluminio a una temperatura en el intervalo de 600-700 °C, más preferentemente 600-650 °C, durante más de 2 horas, más preferentemente 3 a 10 horas.

Preferentemente, la primera composición contiene 0,005 a 2 % en peso del metal activo adicional basado en el peso total de la primera composición.

15 En una realización, el metal de transición de la segunda composición se selecciona de molibdeno, tungsteno, renio, y mezclas de los mismos.

El metal de transición es preferentemente tungsteno, más preferentemente en forma de óxido de tungsteno.

20 En una realización, la segunda composición comprende tungsteno y un agente dopante seleccionado de cinc, galio, indio, lantano, y sus mezclas sobre un soporte inorgánico que comprende una mezcla de dióxido de silicio y zeolita.

25 Preferentemente, la zeolita se selecciona de ZSM-5, Zeolita X, Zeolita Y, beta-zeolita, MCM-22, ferrierita, y sus mezclas, más preferentemente zeolita Y.

30 En otra realización preferida, la segunda composición comprende además un óxido metálico mixto, más preferentemente un óxido mixto de magnesio y aluminio o un óxido mixto de calcio y aluminio, en donde el óxido mixture de metal se mezcla preferentemente físicamente con el metal de transición y el agente dopante sobre el soporte inorgánico.

35 En una realización particularmente preferida, la segunda composición contiene óxido de tungsteno y un agente dopante seleccionado de cinc, galio, indio, lantano, y sus mezclas sobre un soporte inorgánico que comprende una mezcla de dióxido de silicio y zeolita Y mezclada físicamente con un óxido de magnesio y aluminio mezclado.

Incluso más preferentemente es el óxido mixto de magnesio y aluminio deriva de un precursor de hidróxido doble en capas de magnesio y aluminio.

40 En una realización, la segunda composición contiene 1 a 15 % en peso del metal de transición, incluso más preferentemente 5 a 10 % en peso del metal de transición, basado en el peso total de la segunda composición.

En la segunda composición, el agente dopante está presente en una realización en una cantidad de 0,1-10 % en peso, en una realización en una cantidad de 1-5 % en peso, basado en el peso total de la segunda composición.

45 En una realización, el metal activo de deshidrogenación es platino, el metal de transición es tungsteno y el agente de dopaje es indio.

50 La primera composición se prepara preferentemente soportando todos los precursores de elementos del metal activo de deshidrogenación, y el metal activo adicional opcional sobre el soporte sólido seguido de un tratamiento térmico adecuado.

Igualmente, la segunda composición se prepara preferentemente soportando en el soporte inorgánico todos los precursores de elementos del metal de transición y el agente de dopaje seguido de un tratamiento térmico adecuado.

55 Los precursores de elemento son compuestos de partida que contienen los elementos deseados que se pueden convertir a la forma deseada de los elementos en el catalizador de conversión de hidrocarburos final mediante el tratamiento térmico adecuado. Por ejemplo, los precursores de elemento pueden incluir óxidos, haluros, alcóxidos, nitratos, carbonatos, formiatos, oxilatos, aminas, o hidróxidos de los elementos.

60 Más preferentemente, la primera composición se prepara impregnando, preferentemente simultáneamente (coimpregnación), los precursores de elemento del metal activo de deshidrogenación y el metal activo adicional opcional, que se proporcionan en forma de solución, en el soporte sólido seguido de calcinación. La calcinación se lleva a cabo preferentemente en atmósfera oxidante, a una temperatura en el intervalo de 300-800 °C durante 1-24 horas, incluso más preferentemente 400-600 °C durante 2 a 10 horas.

65 También más preferentemente, la segunda composición se prepara impregnando, preferentemente secuencialmente, los precursores de elemento del metal de transición y el agente dopante, que se proporcionan en forma de solución,

en el soporte inorgánico seguido de calcinación. La calcinación se lleva a cabo preferentemente en atmósfera oxidante, a una temperatura en el intervalo de 300-800 °C durante 1-24 horas, incluso más preferentemente 400-600 °C durante 2-10 horas.

5 Las composiciones primera y segunda obtenidas del método de preparación descrito anteriormente están generalmente en forma de polvo con un tamaño medio inferior a 800 micrómetros.

10 En una realización, la primera composición y la segunda composición están físicamente mezcladas, preferentemente en una relación en peso de la primera a la segunda composición de 1:10 a 10:1, más preferentemente 1:5 a 5:1, incluso más preferentemente 1:3 a 3:1, e incluso más preferentemente 1:2 a 2:1, para formar el catalizador de conversión de hidrocarburos.

15 El catalizador de conversión de hidrocarburos puede estar en forma de polvo en una realización. En otra realización, el catalizador de conversión de hidrocarburos también se puede formar en una forma que sea más adecuada para utilización industrial, por ejemplo, microgránulo, comprimido, extrudado, o esfera.

La mezcla física de la primera y la segunda composiciones se puede llevar a cabo antes o después de conformar el catalizador de conversión de hidrocarburos.

20 En una realización, la primera composición y la segunda composición se forman por separado en las formas deseadas, entonces la primera composición formada en la forma deseada y la segunda composición formada en la forma deseada se mezclan físicamente para obtener el catalizador de conversión de hidrocarburos.

25 En una realización más preferente, el polvo de la primera composición y el polvo de la segunda composición se mezclan físicamente para obtener el catalizador de conversión de hidrocarburos, y el catalizador de conversión de hidrocarburos obtenido se puede formar en cualquier forma deseada.

30 En la conformación de la primera composición, la segunda composición, o el catalizador de conversión de hidrocarburos, se puede agregar un material aglutinante para facilitar la formación de polvo en las formas deseadas. Se puede usar cualquier material aglutinante conocido en la técnica.

35 En otra realización, también es posible que la primera y la segunda composiciones se proporcionen en forma de capa de escala macroscópica, en donde la primera composición y la segunda composición están dispuestas como capas separadas en un reactor de lecho fijo.

40 Sorprendentemente se descubrió que el catalizador de conversión de hidrocarburos de la invención, cuando se usa en un proceso de conversión de hidrocarburos, es capaz de bloquear hidrógeno, que se genera como subproducto, de los sitios activos del catalizador y "elimina" el hidrógeno de estos sitios activos. Esto da como resultado una supresión significativa de las reacciones secundarias de hidrogenación y/o hidrogenólisis.

El catalizador de la invención es adecuado para usarse en un proceso de conversión de hidrocarburos. Preferentemente, el proceso de conversión de hidrocarburos comprende poner en contacto una corriente de alimentación de hidrocarburos con el catalizador de conversión de hidrocarburos.

45 Para lograr productos olefínicos, es favorable que la corriente de alimentación de hidrocarburos comprenda un hidrocarburo parafínico. En una realización, la corriente de alimentación de hidrocarburos comprende una parafina que tiene de 2 a 5 átomos. En otra realización, la corriente de alimentación de hidrocarburos comprende una parafina seleccionada de etano, propano, butano, pentano, y mezclas de los mismos, preferentemente propano, butano, y una mezcla de los mismos, incluso más preferentemente, la corriente de alimentación de hidrocarburos es propano.

50 El proceso de conversión de hidrocarburos se puede operar en una amplia gama de condiciones de operación. Sin embargo, algunos intervalos específicos de condiciones de funcionamiento pueden dar como resultado una alta selectividad en la producción de olefinas. En una realización, el proceso se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 200-800 °C, preferentemente 350-700 °C, incluso más preferentemente 450-650 °C. En otra realización, el proceso se lleva a cabo a una presión en el intervalo de 0,01 a 10 bar manométrico, preferentemente 0,05 a 5 bar manométrico. El tiempo de contacto necesario para obtener un rendimiento deseable de productos de olefinas depende de varios factores, tales como temperatura de funcionamiento, presión de funcionamiento, y actividad del catalizador. En una realización, el proceso se lleva a cabo a una velocidad espacial por hora en peso (WHSV) en el intervalo de 0,01 a 20 h, preferentemente 0,05 a 5 h⁻¹. El proceso puede llevarse a cabo de manera discontinua o continua. Para escala comercial, es favorable que el proceso se opere continuamente. La operación continua se puede realizar con lecho fijo, lecho fluidizado u otras técnicas conocidas en la técnica, prefiriéndose típicamente lecho fijo.

65 Antes de contactar con la corriente de alimentación de hidrocarburos, el catalizador de conversión de hidrocarburos puede pretratarse opcionalmente. La condición de pretratamiento puede incluir poner en contacto el catalizador con un gas inerte, un gas oxidante, un gas reductor, y mezclas de los mismos a una temperatura elevada, preferentemente 250 °C a 850 °C, más preferentemente 400 °C a 750 °C, incluso más preferentemente 500 °C a 700 °C. En una

realización preferida, la condición de pretratamiento incluye poner en contacto el catalizador con un agente reductor, más preferentemente hidrógeno, a una temperatura en el intervalo de 400-600 °C durante aproximadamente 0,5 a 8 horas.

5 Después del contacto con la corriente de alimentación de hidrocarburos en las condiciones de funcionamiento, algunas sustancias venenosas, hidrocarburos pesados y coque pueden depositarse en la superficie del catalizador de conversión de hidrocarburos. TM normalmente afectan la actividad del catalizador para caer gradualmente con el tiempo. Se puede realizar una regeneración adecuada en el catalizador de conversión de hidrocarburos usado para recuperar al menos algo de su actividad. En una realización, el proceso de conversión de hidrocarburos comprende una etapa de regeneración en donde la etapa de regeneración incluye poner en contacto el catalizador de conversión de hidrocarburos con un agente oxidante a una temperatura alta. La etapa de regeneración debe controlarse cuidadosamente para evitar el sobrecalentamiento y la destrucción de la estructura del catalizador. En una realización, la etapa de regeneración se lleva a cabo poniendo en contacto el catalizador de conversión de hidrocarburos usado con un agente oxidante, preferentemente oxígeno o aire, a una temperatura en el intervalo de 200-700 °C, preferentemente 300-600 °C. Se pueden emplear otras técnicas de regeneración conocidas sin limitación,

20 Se ha preparado y probado una variedad de catalizadores de conversión de hidrocarburos según la invención según la descripción anterior. Los inventores descubrieron sorprendentemente que el catalizador de conversión de hidrocarburos según la presente invención presenta una selectividad de olefinas total incrementada con una producción de CH₄ disminuida, en comparación con los sistemas catalíticos no inventivos.

Además, se descubrió sorprendentemente que el catalizador de conversión de hidrocarburos de la presente invención se puede operar en condiciones suaves, es decir, a temperaturas significamente inferiores a las conocidas en la técnica para convertir parafina en olefina.

25 Resultados experimentales

30 En la siguiente sección de ejemplos, la conversión de propano en olefinas, preferentemente etileno, propileno y buteno, se ha investigado usando catalizadores de conversión de hidrocarburos según la presente invención y un catalizador comparativo.

Ejemplo 1 (Comparativo)

35 Una solución de hexahidrato de ácido cloroplatinico y una solución de trinitrato de iterbio se coimpregnan sobre polvo de mezcla de sílice y circonia, luego el material resultante se seca a 100 °C durante 2 horas, seguido de calcinación al aire a 700 °C durante 3 horas para obtener una primera composición que contiene 1 % en peso de Pt y 0,15 % en peso de Yb y el resto de SiO₂-ZrO₂, en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la primera composición.

40 Se preparó un soporte para una segunda composición mezclando SiO₂ con zeolita HY. El soporte SiO₂-zeolita se impregnó luego usando una solución de hidrato de metatungstato de amonio, luego se secó a 110 °C durante 3 horas. El material resultante se mezcló luego con hidróxido doble en capas Mg-Al-C03 seguido de calcinación con aire a 550 °C durante 2 horas para obtener una segunda composición que contenía 7 % en peso de W, 4 % en peso de zeolita Y, 9 % en peso de óxido de Mg-Al, y resto de SiO₂, en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la segunda composición.

La primera composición y la segunda composición se mezclaron físicamente 1:1 en peso para obtener el catalizador del Ejemplo 1.

50 **Ejemplo 2**

Una primera composición se prepara de la misma manera que se describe en el Ejemplo 1.

55 Se preparó un soporte para una segunda composición mezclando SiO₂ con zeolita HY. El soporte SiO₂-zeolita se impregnó luego usando una solución de hidrato de metatungstato de amonio, luego se secó a 110 °C durante 3 horas. La mezcla seca se impregnó luego usando una solución de nitrato de cinc hexahidrato, luego se dejó secar una vez más a 110 °C durante 3 horas. El material resultante se mezcló luego con hidróxido doble en capas Mg-Al-C03 seguido de calcinación con aire a 550 °C durante 2 horas para obtener una segunda composición que contenía 7 % en peso de W, 4 % en peso de Zn, 4 % en peso de zeolita Y, 9 % en peso de óxido de Mg-Al, y resto de SiO₂, en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la segunda composición.

La primera composición y la segunda composición se mezclaron físicamente 1:1 en peso para obtener el catalizador del Ejemplo 2.

65 **Ejemplo 3**

Una primera composición se prepara de la misma manera que se describe en el Ejemplo 1.

Se preparó un soporte para una segunda composición mezclando SiO₂ con zeolita HY. El soporte SiO₂-zeolita se impregnó luego usando una solución de hidrato de metatungstato de amonio, luego se secó a 110 °C durante 3 horas. La mezcla seca se impregnó luego usando una solución de trinitrato de indio, luego se dejó secar una vez más a 110 °C durante 3 horas. El material resultante se mezcló luego con hidróxido doble en capas Mg-Al-CO₃ seguido de calcinación con aire a 550 °C durante 2 horas para obtener una segunda composición que contenía 7 % en peso de W, 2 % en peso, 4 % en peso de zeolita Y, 9 % en peso de óxido de Mg-Al, y resto de SiO₂, en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la segunda composición.

La primera composición y la segunda composición se mezclaron físicamente 1:1 en peso para obtener el catalizador del Ejemplo 3.

Ejemplo 4

Una primera composición se prepara de la misma manera que se describe en el Ejemplo 1.

Se preparó un soporte para una segunda composición mezclando SiO₂ con zeolita HY. El soporte SiO₂-zeolita se impregnó luego usando una solución de hidrato de metatungstato de amonio, luego se secó a 110 °C durante 3 horas. La mezcla seca se impregnó luego usando una solución de hexahidrato de nitrato de lantano (III), luego se dejó secar una vez más a 110 °C durante 3 horas. El material resultante se mezcló luego con hidróxido doble en capas Mg-Al-CO₃ seguido de calcinación con aire a 550 °C durante 2 horas para obtener una segunda composición que contenía 7 % en peso de W, 2 % en peso de La, 4 % en peso de zeolita Y, 9 % en peso de óxido de Mg-Al, y resto de SiO₂, en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la segunda composición.

La primera composición y la segunda composición se mezclaron físicamente 1:1 en peso para obtener el catalizador del Ejemplo 4.

Cada catalizador tal como se preparó anteriormente se empaquetó en un microrreactor de tubo de cuarzo y se trató previamente con hidrógeno a aproximadamente 600 °C durante media hora antes de ponerse en contacto con propano a aproximadamente 500 °C, 0,05-0,1 bar manométrico, y WHSV de aproximadamente 0,1-0,2 h⁻¹. Los resultados medidos en el tiempo en la corriente durante aproximadamente 60 horas y 100 horas se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1

Tabla 1

	Resultado												
	C3H8 Conversión (% en peso)		Selectividad (% en peso)										
	60h	100h	Olefinas totales		CH4		C2H4		C3H6		C4H8		
		60h	100h	60h	100h	60h	100h	60h	100h	60h	100h	60h	100h
Ejemplo 1	19,64	7,25	74,42	83,78	8,44	5,47	2,60	6,58	59,04	60,76	12,78	16,44	
Ejemplo 2	15.994	7.510	85.703	92.367	2.688	1.838	3.394	8.298	71.330	70.128	10.978	13.941	
Ejemplo 3	17.006	11.950	87.079	91.335	1.714	1.183	3.001	5.663	72.442	71.039	11.635	14.632	
Ejemplo 4	17.227	10.957	80.998	89.495	5.855	3.949	2.826	4.285	65.955	73.758	12.216	11.451	

Como se puede observar a partir de la tabla anterior, para el catalizador de conversión de hidrocarburos de la invención, la selectividad total de olefinas aumenta significativamente, mientras que la producción de metano disminuye. La mayor selectividad de olefinas totales muestra que la (re)hidrogenación de las olefinas obtenidas es menor. La disminución de la producción de metano muestra que se suprimió el efecto de la hidrogenólisis.

REIVINDICACIONES

1. Catalizador de conversión de hidrocarburos, que comprende:
una primera composición que comprende un metal activo de deshidrogenación sobre un soporte sólido; y
5 una segunda composición que comprende un metal de transición y un agente dopante sobre un soporte inorgánico, en donde el agente dopante se selecciona de cinc, galio, indio, lantano, y mezclas de los mismos, en donde el soporte inorgánico es dióxido de silicio o una mezcla de dióxido de silicio y zeolita, y en donde el metal activo de deshidrogenación se selecciona de platino,
10 paladio, iridio, cromo, y mezclas de los mismos.
2. Catalizador de conversión de hidrocarburos según la reivindicación 1 en donde el soporte sólido se selecciona de óxido de aluminio, dióxido de silicio, dióxido de circonio, dióxido de titanio, óxido de magnesio, óxido de calcio, y mezclas de los mismos.
- 15 3. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera composición comprende además un metal activo adicional seleccionado de potasio, estaño, lantano, indio, itrio, iterbio, renio, y mezclas de los mismos.
4. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde, la
20 primera composición contiene 0,01 a 25 % en peso del metal activo de deshidrogenación basado en el peso total de la primera composición.
5. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la
25 primera composición contiene 0,005 a 2 % en peso del metal activo adicional basado en el peso total de la primera composición.
6. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el metal de transición se selecciona de molibdeno, tungsteno, renio, y mezclas de los mismos.
- 30 7. Catalizador de conversión de hidrocarburos según la reivindicación 1, en donde la zeolita se selecciona de ZSM-5, Zeolita X, Zeolita Y, beta-zeolita, MCM-22, ferrierita, y mezclas de las mismas.
8. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la
35 segunda composición comprende además un óxido mixto de magnesio-aluminio o un óxido mixto de calcio-aluminio.
9. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la segunda composición contiene 1 a 15 % en peso del metal de transición basado en el peso total de la segunda composición.
- 40 10. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la segunda composición contiene 0,1 a 10 % en peso del agente de dopante basado en el peso total de la segunda composición.
- 45 11. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera composición y la segunda composición están mezcladas físicamente.
12. Catalizador de conversión de hidrocarburos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la relación en peso de la primera composición a la segunda composición es de 1:10 a 10:1.