

DESCRIPCIÓN

Proceso integrado para la síntesis de alcoholes y éteres a partir de alcanos.

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] Esta invención se refiere a la síntesis de alcoholes y éteres a partir de alcanos, y más particularmente a un método de fabricación de metanol y éter dimetílico a partir de metano.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Metano ha sido transformado previamente en metanol mediante la halogenación de metano seguida por la hidrólisis del haluro metílico para formar metanol, Por ejemplo, se ha usado cloro gaseoso para clorurar metano a fin de formar metano clorurado, principalmente cloruro metílico, juntamente con otros cloruros, es decir, diclorometano, trichlorometano y tetracloruro de carbono. Alternativamente, metano ha sido sometido a oxiclорuración con oxígeno y ácido clorhídrico para formar los compuestos precedentes. Los metanos clorurados producidos se hidrolizan en la fase de vapor para producir metanol, formaldehido, ácido fórmico y subproductos, incluyendo dióxido de carbono y ácido clorhídrico, en función de la selectividad de cloruración. Ácido clorhídrico se produce en la halogenación de metano por cualquiera de los dos métodos y debe recuperarse, deshidratarse mediante destilación azeotrópica y reciclarse. Corrosión y otros problemas relacionados con la manipulación de cloro y ácido clorhídrico son sustanciales.

[0003] La Patente USA Nº 3,172,915 concedida a Borkowski et al. se dirige u orienta a un procedimiento para convertir metano en metanol. Borkowski da a conocer la cloruración de metano usando cloruro férrico a altas temperaturas para producir clorometanos y cloruro de hidrógeno. El procedimiento requiere temperaturas en el rango de 220 – 800° C, más preferiblemente 250 – 450° C, y largos tiempos de presencia, por ejemplo, más de una hora. Además, se obstaculiza el procedimiento por la producción de una mezcla de productos de cloruración, por ejemplo, clorometano, diclorometano, trichlorometano y tetracloruro de carbono, que deben separarse antes de hidrólisis a metanol. Otras desventajas resultan de la energía requerida para secar o desecar el cloruro férrico y de la corrosión y problemas de manipulación inherentes con ácido clorhídrico.

[0004] La Patente USA Nº 5,243,098 concedida a Miller da a conocer otro método para convertir metano en metanol. En el caso del procedimiento de Miller la reacción de metano con cloruro cúprico produce clorometano y ácido clorhídrico. Estos productos intermedios se reaccionan luego con vapor y un catalizador, que contiene óxido de magnesio, para producir metanol y cloruro de magnesio, óxido de magnesio se regenera mediante tratamiento del subproducto óxido de magnesio con aire u oxígeno. Cloruro cúprico se regenera mediante tratamiento del subproducto cloruro cuproso con aire y ácido clorhídrico. Aunque estas reacciones avanzan a niveles favorables, es importante el desgaste o roce de los reactivos sólidos, es decir, cúprico y óxido de magnesio. Se necesitan filtros y procedimientos especiales para recuperar y regenerar los reactivos en el tamaño de partículas o granulometría requerido. Miller también aconseja el empleo de bromuro cúprico y zeolita de magnesio como reactivos alternativos. A causa del desgaste por roce de los reactivos, dificultades asociadas con el tratamiento o manipulación de sólidos, y los filtros y procedimientos especiales requeridos para regenerar los reactivos, el procedimiento de Miller se ha evidenciado como insatisfactorio. La Patente USA Nº 5,334,777, también concedida a Miller, da a conocer un procedimiento casi idéntico para convertir etano a etileno glicol.

[0005] La Patente USA Nº 5,998,679 concedida a Jorge Miller, da a conocer un procedimiento para convertir alcanos y alquenos a los correspondientes alcoholes y dioles inferiores. En el caso del método de la invención, se produce un halógeno gaseoso (bromo) mediante descomposición de un haluro metálico en un líquido, que tiene un punto de fusión y un punto de ebullición por encima de la temperatura de descomposición del haluro metálico. El líquido preferido es cloruro férrico hidratado fundido, mantenido a una temperatura entre unos 37 - 280° C. El alcano o alqueno inferior se halogena en una reacción de fase gaseosa con el halógeno. El resultante alquil haluro o alquil dihaluro se pone en contacto con un hidróxido metálico preferentemente una solución acuosa de hidróxido férrico, para regenerar el haluro metálico y producir el correspondiente alcohol o diol inferior. Los problemas con este procedimiento incluyen una selectividad de baja monohalogenación y corrosividad de los haluros férricos hidratados, que podrían presentar un problema de contenedor si el procedimiento funciona a 280°C, donde se requieren altas presiones de vapor para mantener la hidratación del haluro férrico. Finalmente, el procedimiento produce una gran cantidad de agua y HCl o HBr, la totalidad de los cuales son difíciles de separar en una gran escala del deseado producto metanol.

[0006] La solicitud de la patente internacional publicada WO00/07718, que menciona como inventores a Giuseppe Bellussi, Carlo Perego y Laura Zanibelli, da a conocer un método para convertir directamente metano y oxígeno en metanol con ayuda de un catalizador de haluro metálico / óxido metálico. No es un catalizador en el verdadero sentido de la palabra, sin embargo, porque la reacción implica transferencia de haluro desde un haluro metálico mediante reacción con metano a un óxido metálico diferente, produciendo el haluro metálico y el metanol aguas abajo. Eventualmente el haluro se filtra y el catalizador pierde actividad.

5 [0007] Olah et al. (George A. Olah et al. J. Am. Chem. Soc. 1985, 107, 7097-7105) da a conocer un método para convertir metano en metanol a través de metil haluros (CH_3Br y CH_3Cl), que luego se hidrolizan para preparar metanol. En el procedimiento, se hidrolizan CH_3Br y CH_3Cl con ayuda de catalizadores con vapor excedente, que genera una mezcla de metanol, agua y HCl o HBr. La separación de metanol (alrededor del 2 % en mol) de HCl o HBr y agua a una escala industrial (2000 toneladas por día) requiere una enorme cantidad de energía y genera una gran cantidad de desechos acuosos de HCl o HBr. El HCl y el HBr acuosos también son muy corrosivos.

RESUMEN DE LA INVENCION

10 [0008] La presente invención comprende un procedimiento, en el cual se utilizan bromo o un compuesto que contiene bromo, con un producto intermedio para convertir alcanos en alcoholes, éteres u olefinas mediante reacción con oxígeno o aire. Aunque el procedimiento se puede usar para convertir una variedad de alcanos, incluyendo metano, etano, propano, butano, isobutano, pentanos, hexanos, ciclohexano, etc., en sus respectivos alcoholes, éteres u olefinas, la transformación de metano en metanol y dimetil éter es ilustrativa.

15 [0009] Metano reacciona con bromo con ayuda de un catalizador para formar CH_3Br y HBr. CH_3Br y HBr reaccionan con un óxido metálico para formar una mezcla variable de dimetil éter (DME), agua y metanol, y el bromuro metálico. El óxido metálico y el bromo molecular se regeneran mediante reacción del bromuro metálico con aire y/o oxígeno. El bromo regenerado se recicla para reaccionar con metano mientras que el óxido metálico regenerado se usa para transformar más metil bromuro en metanol y DME, completando el ciclo de reacción.

20 [0010] El procedimiento se puede realizar fácilmente en un reactor ascendente o vertical. Comparado con el procedimiento industrial de dos pasos corriente, en el cual metano y vapor se convierten primeramente en CO y H_2 a 800°C seguido por conversión en metanol con ayuda de un catalizador de Zn-Cu-Al-O en aproximadamente 70 - 150 atmósferas, el procedimiento de la presente invención funciona a presión atmosférica aproximadamente y a temperaturas relativamente bajas, proporcionando de ese modo un procedimiento seguro y eficiente para la producción de metanol.

25 [0011] La presente invención funciona con mezclas sólidas/ gaseosas a presión atmosférica. En el procedimiento, el haluro de hidrógeno es gaseoso, y, por consiguiente, no como corrosivo como cuando acuoso a altas temperaturas. La reacción de Br_2 con un alcano puede alcanzar más que el 90 % de selectividad con elevada transformación en alcano-monobromuro. Los productos secundarios principales, alcano dibromuros tales como CH_2Br_2 , se pueden reconvertir en los monobromuros mediante reacción con un alcano con ayuda de otro catalizador. Se producen muy pocos subproductos.

30 [0012] En el procedimiento la mayoría de los átomos de Br se captan en el estado sólido, haciendo menos corrosivo el sistema. Otra ventaja es que no se producen DME y alcohol (CH_3OH) como una mezcla con agua excedente. Al controlar las condiciones de la reacción, se obtiene directamente DME casi puro y/o metanol, de manera que no es necesario separar CH_3OH de agua. Por último, en el caso del presente procedimiento, metano y oxígeno no entran en contacto directo, lo que da por resultado una seguridad mejorada.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL DIBUJO

35 [0013] Para comprender mejor la presente invención con referencia a la siguiente descripción detallada tomada en relación con el dibujo adjunto, en el que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un método y aparato para sintetizar éteres y/o alcoholes a partir de alcanos, comprendiendo una forma de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

40 [0014] Alcanos (metano, etano, propano, butano, isobutano, pentanos, hexanos, ciclohexano, etc.) reaccionan con bromo molecular con ayuda de un catalizador de óxido metálico seleccionado de todos los posibles compuestos de óxido metálico y mezclas de éstos para formar alquilbromuros. Para CH_4 (aunque el procedimiento también se podría aplicar a alcanos más altos), el procedimiento de la presente invención puede convertir más del 50 % de CH_4 en CH_3Br y HBr, con selectividad más alta que el 90 %. La mayor parte del subproducto es CH_2Br_2 (con cantidades de trazas de CHBr_3 y CBr_4 (+ 2 Hbr), que se pueden reconvertir catalíticamente en CH_3Br mediante reacción de CH_2Br_2 con CH_4 .

45 [0015] Se proveen un método y aparato para sintetizar alcoholes y éteres a partir de alcanos, que usan bromo, comprendiendo una primera forma de realización de la invención. En el funcionamiento del método y aparato, se recibe bromo de una fuente adecuada a través de una primera línea y se dirige a un contenedor de almacenamiento del bromo. Por ejemplo, bromo se fabrica fácilmente a partir de bromuro, que es susceptible de pronta disposición a base de agua del mar.

50 [0016] Como es bien conocido, el bromo es un líquido a temperatura ambiente. Bromo líquido procedente del

contenedor de almacenamiento se dirige a través de una segunda línea a un vaporizador, nebulizador o pulverizador de bromo, en el cual el bromo se transforma de la fase líquida a la fase gaseosa. Desde el vaporizador el bromo gaseoso se dirige a través de una tercera línea a un reactor.

5 **[0017]** Metano procedente de una fuente apropiada se dirige al reactor, que contiene un catalizador de bromación, a través de una cuarta línea. Dentro del reactor se mezclan entre sí el metano y el bromo gaseoso y se eleva la temperatura de la mezcla a entre 20° C y 600° C, convirtiendo de este modo el metano y el bromo a metilbromuro (CH₃Br) y bromuro de hidrógeno (HBr).

10 **[0018]** Desde el reactor, el CH₃Br, el HBr, algún metano no reaccionado y subproductos CH₂Br₂, CHBr₃ y CBr₄ se dirigen a un primer condensador. Los subproductos CH₂Br₂, CHBr₃ y CBr₄ ahora en el estado líquido, se envían a un primer convertidor con metano procedente de la cuarta línea. En el primer convertidor, el metano reacciona con los subproductos CH₂Br₂, CHBr₃ y CBr₄ para formar CH₃Br. El recién formado CH₃Br y algunos CH₂Br₂, CHBr₃, CBr₄ no reaccionado y/o metano se envían al primer condensador. Desde el primer condensador, el metano en fase gaseosa, HBr y CH₃Br se envían a un segundo convertidor. En el segundo convertidor HBr y CH₃Br reaccionan con óxido metálico para formar CH₃OCH₃, CH₃OH y H₂O, que se envían a un primer separador junto con metano no reaccionado y CH₃Br. En el primer separador, metanol y éter dimetílico se separan como productos. CH₃Br se reenvía al segundo convertidor. Metano se reenvía al reactor de bromación. En el segundo convertidor, el óxido metálico original se ha transformado en bromuro metálico después de la reacción. El bromuro metálico se envía a un tercer convertidor para reaccionar con oxígeno (procedente de la fuente) a fin de regenerar bromo y óxido metálico. El óxido metálico regenerado se reenvía al segundo convertidor, mientras que el bromo y el oxígeno no-reaccionado se envían a un segundo condensador, y luego a un segundo separador. El bromo líquido se envía al contenedor de almacenamiento, mientras que el oxígeno se envía al tercer convertidor.

25 **[0019]** También se provee un método y aparato para sintetizar alcoholes y éteres a partir de alcanos, que comprenden una segunda forma de realización de la invención. Metano y bromo se dirigen a un vaporizador calentado, donde se calientan para formar una mezcla gaseosa. La mezcla gaseosa se pasa a un reactor de bromación, que contiene un catalizador de bromación si se desea. Después de la reacción, la mezcla se envía al condensador. La fase líquida contiene subproductos CH₂Br₂, CHBr₃, y CBr₄, mientras que la fase gaseosa contiene bromometano, HBr, y metano no-reaccionado.

30 **[0020]** El líquido de los subproductos CH₂Br₂, CHBr₃, y CBr₄ se envía a un primer convertidor donde reaccionan con el metano para formar bromometano. Después de la reacción la mezcla se envía al condensador, donde algunos subproductos remanentes se pueden ciclar una vez más al reactor de bromación.

35 **[0021]** La mezcla de fase gaseosa procedente del condensador se pasa a través de un segundo convertidor, donde HBr reacciona con óxido metálico para formar bromuro metálico y agua. El bromuro metálico se envía a un regenerador para regenerar óxido metálico. Desde el segundo convertidor, se separan el agua, bromometano y metano. El metano se recicla al primer convertidor y al vaporizador. El bromometano se envía a un primer reactor. El agua se envía a un segundo reactor.

40 **[0022]** En el primer reactor, el bromometano reacciona con el óxido metálico para generar dimetil éter (DME) y bromuro metálico. El bromuro metálico se envía al regenerador. La mezcla de bromometano y DME procedente del primer reactor se envía a un primer separador. Bromometano procedente del primer separador se recicla al primer reactor, mientras que DME se obtiene como un producto o se dirige al segundo reactor.

45 **[0023]** En el segundo reactor, DME reacciona con agua, por ejemplo, procedente del primer separador, con ayuda de un catalizador adecuado para formar metanol.

50 **[0024]** En el regenerador, bromuro metálico procedente del segundo convertidor y el primer reactor reacciona con aire u oxígeno para regenerar óxido metálico y bromo. Después de la regeneración, el óxido metálico se envía al segundo convertidor y al primer reactor, mientras que el bromo se envía al vaporizador. Si se usa aire como la fuente de oxígeno, se puede purgar continuamente nitrógeno del sistema a través de un segundo separador.

55 **[0025]** En la figura 1 se ilustran un método y aparato 120 para transformar metano en dimetil éter y/o metanol, comprendiendo una tercera forma de realización de la invención. El bromo líquido se almacena en un contenedor de almacenamiento del bromo una 122 y se dirige desde éste a través de una línea 124 hasta un vaporizador de bromo 126. Desde el vaporizador de bromo 126 el vapor de bromo pasa a través de una línea 128 a un reactor primario 130, el cual también recibe metano procedente de una fuente apropiada a través de una línea 132.

60 **[0026]** Dentro del reactor primario 130, el bromo y el metano reaccionan con ayuda de un catalizador sólido, si se desea, para formar CH₃Br, CH₂Br₂, CHBr₃, CBr₄ y HBr. Los productos de reacción juntamente con algún metano no reaccionado se dirigen a un separador condensador 134 a través de una línea 136. El separador condensador 134 dirige CH₃Br, CH₂Br₂, CHBr₃ y CBr₄ a un aparato de separación (destilación) 138 a través de una línea 140. El aparato de separación (destilación) 138 dirige CH₂Br₂, CHBr₃ y CBr₄ a un reactor secundario 142 a través de una línea 144. El reactor secundario 142 también recibe metano procedente de una fuente adecuada a

través de una línea 146.

[0027] El reactor secundario 142 convierte el CH_2Br_2 , CHBr_3 y CBr_4 recibidos a través de la línea 144 en CH_3Br , CH_3Br y metano excedente se dirigen desde el reactor secundario 142 a la línea 136 a través de una línea 148.

[0028] El separador condensador 134 también dirige CH_4 y HBr a un convertidor de HBr 150 a través de una línea 152. El convertidor de HBr 150 está relleno con un óxido metálico. Dentro del convertidor de HBr 150 el óxido metálico y el HBr reaccionan para formar bromuro metálico y agua. El agua y el metano no reaccionado se dirigen desde el convertidor de HBr 150 a un separador condensador 154 a través de una línea 156. El agua se recupera del separador condensador 154 a través de una salida 158, mientras que el metano no reaccionado se dirige a través de una línea 160 a un ventilador 162 y desde éste último a través de una línea 164 a la línea 132.

[0029] El bromuro metálico formado durante el funcionamiento del convertidor de HBr 150 se dirige a un convertidor (regenerador) de bromuro en óxido 166 a través de una línea 168. El convertidor de bromuro en óxido 166 recibe aire u oxígeno a través de una línea 170 y funciona para convertir el bromuro metálico en óxido metálico. El óxido metálico se devuelve al convertidor de HBr 150 a través de una línea 172.

[0030] El funcionamiento del convertidor de bromuro en óxido 166 también produce bromo. El bromo y el aire excedente u oxígeno se dirigen a través de una línea 174 a un soplante o ventilador 176, y desde éste último a un separador condensador 178. El funcionamiento del separador condensador 178 produce bromo líquido, que se dirige al contenedor de almacenamiento del bromo 122 a través de una línea 180. El aire excedente y/o el oxígeno se recuperan del separador condensador 178 a través de una salida 182 y se dirigen desde ésta a través de un soplante o ventilador 184 y una línea 186 a la línea 170.

[0031] El aparato de separación (destilación) 138 dirige CH_3Br a un convertidor de óxido en bromuro 188 a través de una línea 190. El convertidor de óxido en bromuro 188 se rellena con un óxido metálico, el cual podría ser el mismo óxido metálico que se utiliza en el funcionamiento del convertidor de HBr 150. El funcionamiento del convertidor de óxido en bromuro 188 produce dimetil éter, que juntamente con bromometano no reaccionado se dirige a través de una línea 192, un compresor 194 y una línea 196 a un separador condensador 198. Del separador condensador 198 se podría recuperar dimetil éter como un producto final en una salida 200. El bromometano se reenvía al convertidor 188. Con carácter alternativo, el dimetil éter se podría dirigir a un reactor de metanol 202, el cual recibe agua a través de una entrada 204. El dimetil éter y el agua reaccionan en el reactor de metilo 202 para formar metanol, que se recupera en una salida 206.

[0032] El funcionamiento del convertidor de óxido en bromuro 188 transforma el óxido metálico contenido en éste en bromuro metálico, que se dirige al convertidor de bromuro en óxido 166 a través de una línea 208. El funcionamiento del convertidor de bromuro en óxido 166 transforma el bromuro metálico en el óxido metálico original, el cual se devuelve al convertidor de óxido a bromuro 188 a través de una línea 210.

EJEMPLOS

Reacción 1 :

Preparación de catalizador

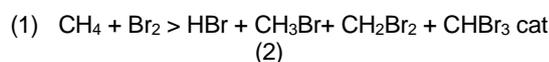
[0033] Nb_2O_5 (0,8000 g) se mezcló con 0,500 ml 96(W) % de H_2SO_4 , luego la mezcla se calentó a 110°C durante 4 horas. La temperatura se incrementó a 500°C dentro de 6 horas y se mantuvo a 500°C durante 4 horas. Se consiguió el catalizador C1.

Verificación

Condiciones de reacción :

[0034] El catalizador se testó con un flujo de metano de 1,5 ml/minuto y flujo de Br_2 de 0,07 ml/hora. La temperatura de reacción fue de 400°C . La reacción se efectuó en un sistema micro-reactor. Después de 6 horas de reacción continua, se analizó el efluente de reacción mediante un GC/MS. Se consiguió una conversión de metano del 24 % (mol) con el 95 % de CH_3Br .

[0035] Resumiendo el procedimiento total en la reacción 1 :



Reacción 2:

Preparación de óxido metálico

Preparación de solución de Zr

5 [0036] Se disolvió $Zr(OCH_2CH_2CH_3)_4$ (70 (w) % en isopropanol, 112,6 ml) en ácido acético (275 ml) bajo agitación. Después de la agitación durante 10 minutos, se diluyó la solución en agua para hacer un volumen total de 500 ml. Se logró una solución con una concentración de Zr de 0,5 M.

Preparación de M1.

10 [0037] Una solución de $Cu(NO_3)_2$ (0,5 M, 7,200 ml) se añadió a $BaBr_2$ (0,5M, 0,800 ml). Se obtuvo una solución clara. A esta solución se añadió bajo agitación una solución de Zr (0,5M) como preparada más arriba. Después de la agitación unos pocos segundos, se consiguió un gel. Se secó el gel a 110° C durante 4 horas, luego se calentó a 500° C dentro de 6 horas y se mantuvo a 500° C durante 4 horas. Se obtuvo M1. La mezcla de óxido metálico se testó en un flujo de CH_3Br de 1,0 ml/minuto a 230° C. En la primera media hora, la conversión media del CH_3Br es del 65 %, y la selectividad media del dimetil éter es del 90,5 %.

Preparación de catalizador

20 [0038] Se mezcló ZrO_2 (2,0000 g) con H_2SO_4 (3,000 ml, 96 (w) %), luego la mezcla se calentó a 110° C durante 4 horas. La temperatura se incrementó a 500° C dentro de 6 horas y se mantuvo a 500° C durante 4 horas. Se obtuvo el catalizador C2.

Preparación de M2

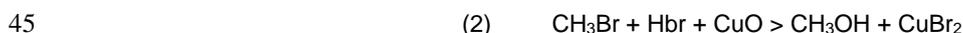
25 [0039] Se añadió una solución de $Cu(NO_3)_2$ (0,5M, 40,000 ml) a una solución de Zr (0,5M, 30,000 ml como preparado más arriba). Después de agitar unos pocos segundos, se obtiene un gel. Se desecó el gel a 110° C durante 4 horas, luego de calentó hasta 500· C dentro de 6 horas y se calcinó a 500· C durante 4 horas. Se obtuvo M2.

Verificación

30 [0040] El catalizador C2 (2,0000 g) se cargó en el primer reactor (R1). Un purgador o trampa se cargó 2,0000 g M2 en la forma de óxido. También se cargó un segundo reactor (R2) con M2 en la forma de óxido (0,8500 g).

35 [0041] Los reactivos metano y bromo se alimentaron en el primer reactor (flujo de metano de 1,5 ml/minuto flujo de Br_2 de 0,07 ml/hora). La temperatura de reacción fue de 390° C. Después de la reacción en R1 (estabilizado mediante reacción continua durante más de 8 horas), los productos generados en R1 se pasaron a través de la trampa o purgador y se retiró el HBr. A continuación de la remoción de HBr, se logró una mezcla de metano y CH_3Br (que contiene 20 % mol de CH_3Br). Esta mezcla gaseosa se alimentó directamente a R2 a 220° C. En la primera hora entera, se obtuvo una conversión media de CH_3Br del 91 % con una selectividad media de dimetil éter del 75 %.

[0042] Resumiendo el procedimiento total en la reacción 2:



[0043] Posibles variaciones de la reacción 2 :



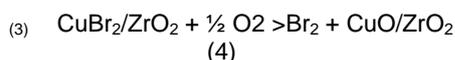
(reacción que ocurre en el purgador)



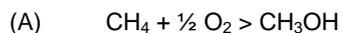
Reacción 3 :

60 [0044] El $CuBr_2/ZrO_2$ sólido se transfiere del reactor 2 al reactor 3 y se trata con O_2 a 300^q C para producir Br_2 y CuO/ZrO_2 en 100 % de rendimiento y transformación. Esta reacción podría funcionar a una velocidad espacial de 100 h^{-1} .

[0045] Resumiendo el procedimiento total en la reacción 3 :

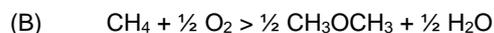


[0046] Total:



[0047] Posible variación:

5



10 **[0048]** Por consiguiente, se entenderá que el método de la presente invención funciona sobre una base continua o discontinua para convertir alcanos en alcoholes y éteres. El método de la presente invención funciona a temperaturas relativamente bajas y a bajas o pequeñas presiones y, por consiguiente, es económico para fabricación y uso. El bromo, que se utiliza en el método de la presente invención, se recicla continuamente. El catalizador de óxido metálico, que se utiliza en el procedimiento, se enfría o renueva continuamente.

15 **[0049]** Aunque se han ilustrado en el dibujo anexo y descrito en la precedente Descripción Detallada unas formas de realización de la invención preferidas, se sobreentenderá que la invención no se limita a las formas de realización dadas a conocer, sino que es susceptible de numerosas transposiciones, modificaciones y sustituciones de partes y elementos sin salirse del ámbito de la invención, pero estando dentro del ámbito de protección definido en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para sintetizar alcoholes y/o éteres a partir de alcanos, el cual comprende :
- 5 proveer una cantidad de un alcano seleccionado del grupo que incluye metano, etano, propano, butano e isobutano; proveer una cantidad de bromo; mezclar el alcano y el bromo y de este modo formar un bromuro de alquilo y bromuro de hidrógeno; reaccionar el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrógeno con un óxido metálico y de este modo formar alcohol y/o éter y un bromuro metálico; oxidar el bromuro metálico para formar el óxido y el bromuro metálico original; reciclar el óxido metálico ; y reciclar el bromo.
- 10 2.- El método según la reivindicación 1, en el cual se realiza el paso de mezclar el alcano y el bromo a una temperatura comprendida entre 20°C y 600°C.
- 15 3.- El método según la reivindicación 1, en el cual se realizan de manera continua el paso de reaccionar el alcano con el bromo para formar el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrógeno y el paso de poner en contacto el bromuro de alquilo con los óxidos metálicos.
- 20 4.- El método según la reivindicación 1, en el cual se realizan en una reacción discontinua o por lotes el paso de reaccionar el alcano con el bromo para formar el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrógeno y el paso de poner en contacto el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrógeno con los óxidos metálicos.
- 25 5. - El método según la reivindicación 1 en el cual se realizan de manera continua el paso de oxidar el bromuro de metal para formar el óxido de metal original y el bromo, el paso de reciclar el óxido metálico, y el paso de reciclar el bromo.
- 30 6. - El método según la reivindicación 1 en el cual se realizan de manera discontinua o por lotes el paso de oxidar el bromuro metálico para formar el óxido de metal original y el bromo, el paso de reciclar el óxido de metal, y el paso de reciclar el bromo.
- 35 7.- Un método según la reivindicación 1, en el cual el alcano es metano y el alcohol es metanol el cual comprende:
- proveer una cantidad de metano; proveer una cantidad de bromo; reaccionar el metano con el bromo y formar de este modo bromuro de metilo y bromuro de hidrógeno; reaccionar el bromuro de metilo y el bromuro de hidrógeno con un catalizador de óxido metálico y formar de este modo metanol y un bromuro metálico; oxidar el bromuro metálico para formar el óxido metálico original y el bromo; reciclar el óxido metálico; y reciclar el bromo.
- 40 8.- El método según la reivindicación 7, en el cual el paso o etapa de mezclar el metano y el bromo se realiza en una relación de metano a bromo de 1:10 a 100:1 (en moles).
- 45 9.- El método según la reivindicación 7, en el cual el paso o etapa de mezclar el metano y el bromo se realiza en una relación de metano a bromo de 1:1 a 10:1 (en moles).
- 10.- El procedimiento según la reivindicación 7, en el cual el paso o etapa de mezclar el metano y el bromo se realiza en una relación de metano a bromo de 1:1 a 5:1 (en moles).
- 50 11.- El método según la reivindicación 7, en el cual el paso de mezclar el metano y el bromo se realiza a una temperatura de entre 20° C y 600° C.
- 55 12.- El método según la reivindicación 7, en el cual el paso de mezclar el metano y el bromo para formar el bromuro de metilo y el bromuro de hidrógeno y el paso de poner en contacto el bromuro de metilo y el bromuro de hidrógeno con un óxido metálico se realiza de manera continua.
13. - El método según la reivindicación 7, en el cual el paso de mezclar el metano y el bromo para formar el bromuro de metilo y el bromuro de hidrógeno y el paso de poner en contacto el bromuro de metilo y el bromuro de hidrógeno con un óxido metálico se realiza en una reacción discontinua o por lotes.
- 60 14. - El método de acuerdo a la reivindicación 7, en el cual el paso de oxidar el bromuro metálico para formar el catalizador de óxido metálico original y el bromo, el paso de reciclar el óxido de metal, y el paso de reciclar el bromo se realizan de manera continua.
- 65 15. - El método de acuerdo a la reivindicación 7, en el cual el paso de oxidar el bromuro metálico para formar el catalizador de óxido metálico original y el bromo, el paso de reciclar el óxido de metal, y el paso de reciclar el bromo se realizan en una reacción discontinua o por lotes.
16. - Un método según la reivindicación 1, en donde un éter es sintetizado de un alcano comprendiendo:

- Proveer una cantidad de un alcano seleccionado del grupo consistente de metano y etano; proveer una cantidad de bromo; mezclar el alcano y el bromo y formar de este modo un bromuro de alquilo y un bromuro de hidrógeno;
- 5 reaccionar el bromuro de alquilo con un óxido metálico y formar de este modo un éter y un bromuro metálico; oxidar el bromuro metálico para formar el catalizador de óxido metálico original y el bromo; reciclar el catalizador de óxido metálico; y reciclar el bromo.
- 10 17.- El método según la reivindicación 16, en el cual se realiza el paso de mezclar el alcano y el bromo en una relación molar de alcano a bromo comprendida entre 1:10 y 100:1.
- 18.- El método según la reivindicación 16, en el cual se realiza el paso o etapa de mezclar el alcano y el bromo en una relación molar de alcano a bromo comprendida entre 1:5 y 50:1.
- 15 19.- El método según la reivindicación 16, en el cual se realiza el paso o etapa de mezclar el alcano y el bromo en una relación molar de alcano a bromo comprendida entre 1:2 y 10:1.
- 20 20. - El método según la reivindicación 16, en el cual el paso de mezclar el alcano y el bromo se realiza a una temperatura de entre 20° C y 600° C.
21. - El método según la reivindicación 16, en el cual el paso de mezclar el alcano y el bromo para formar el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrógeno y el paso de poner en contacto el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrogeno con un óxido metálico se realiza de manera continua.
- 25 22. - El método según la reivindicación 16, en el cual el paso de mezclar el alcano y el bromo para formar el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrógeno y el paso de poner en contacto el bromuro de alquilo y el bromuro de hidrogeno con un óxido metálico se realiza en una reacción discontinua o por lotes.
- 30 23. - El método según la reivindicación 16, en el cual el paso de oxidar el bromuro metálico para formar el óxido metálico original y el bromo, el paso de reciclar el catalizador de óxido metálico, y el paso de reciclar el bromo son realizados de manera continua.
- 35 24. - El método según la reivindicación 16, en el cual el paso de oxidar el bromuro metálico para formar el óxido metálico original y el bromo, el paso de reciclar el catalizador de óxido metálico, y el paso de reciclar el bromo son realizados en una reacción discontinua o por lotes.
25. - Un método según la reivindicación 1, en el cual el metano es convertido en éter dimetilico comprendiendo:
- 40 proveer una cantidad de metano; proveer una cantidad de bromo; mezclar el metano y el bromo y formar de este modo bromuro de metilo y bromuro de hidrógeno; capturar el HBr por el óxido metálico; reaccionar el bromuro de metilo con un óxido metálico y formar de este modo éter dimetilico y un bromuro metálico; oxidar el bromuro metálico para formar el óxido metálico original y el bromo; reciclar el óxido metálico; y reciclar el bromo.
- 45 26.- El método según la reivindicación 25, en el cual se realiza el paso de mezclar el metano y el bromo en una relación molar de metano a bromo comprendida entre 1:10 y 100:1.
- 50 27.- El método según la reivindicación 25, en el cual se realiza el paso de mezclar el metano y el bromo en una relación molar de metano a bromo comprendida entre 1:5 y 50:1.
- 28.- El método según la reivindicación 25, en el cual se realiza el paso de mezclar el metano y el bromo en una relación molar de metano a bromo comprendida entre 1:2 y 10:1.
- 55 29. - El método según la reivindicación 25, en el cual el paso de mezclar el metano y el bromo se realiza a una temperatura de entre 20° C y 600° C.
- 60 30. - El método según la reivindicación 25, en el cual el paso de mezclar el metano y el bromo para formar el bromuro de metilo y el bromuro de hidrógeno, el paso de capturar el HBr por el óxido metálico, y el paso de poner en contacto el bromuro de metilo con los óxidos metálicos se realizan de manera continua.
- 65 31. - El método según la reivindicación 25, en el cual el paso de oxidar el bromuro metálico para formar el óxido metálico original y el bromo, el paso de reciclar el óxido metálico, y el paso de reciclar el bromo son realizados de manera continua.

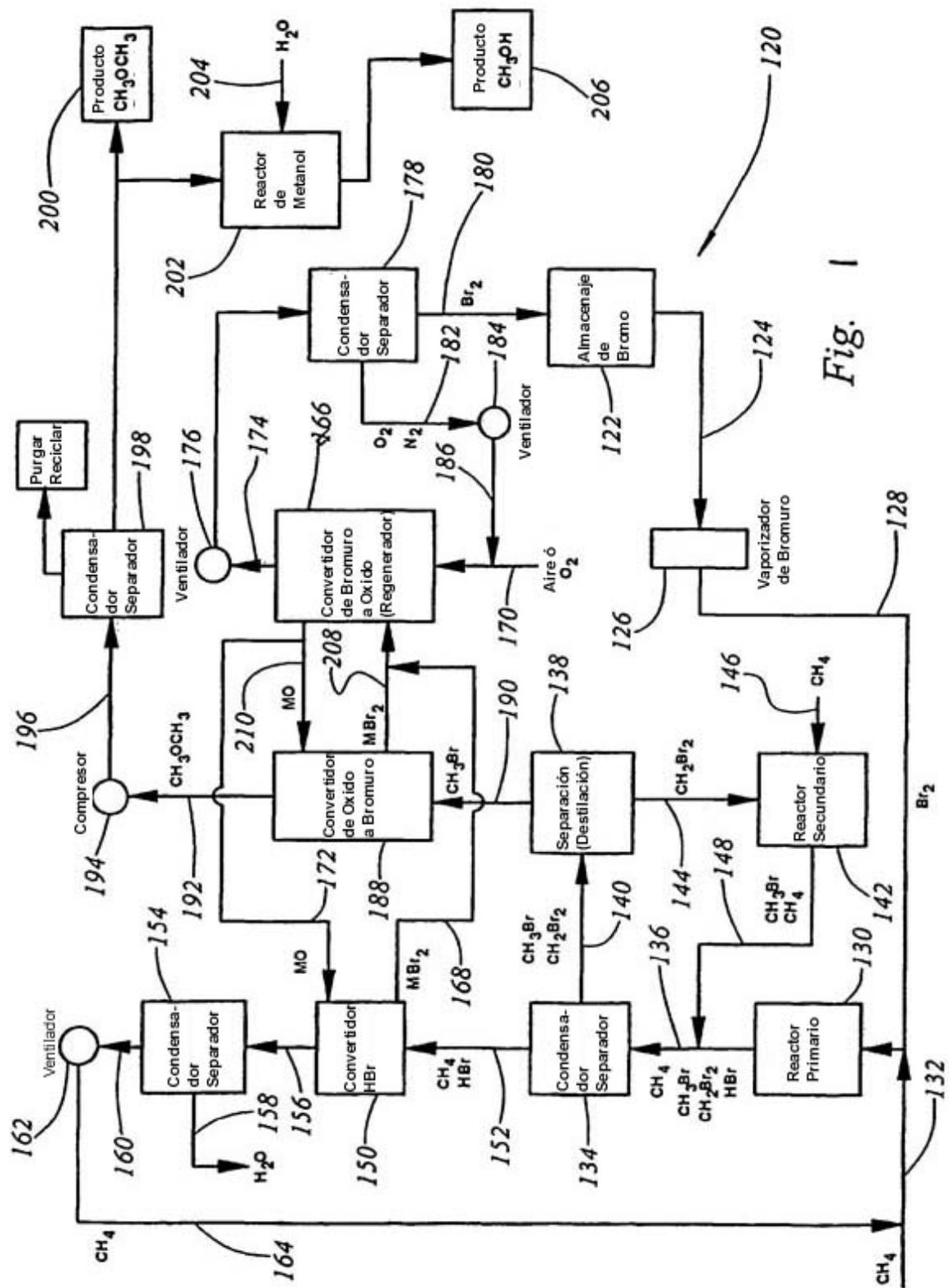


Fig. 1