

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 552**

51 Int. Cl.:  
**C07C 51/215** (2006.01)  
**C07C 51/25** (2006.01)  
**C07C 67/05** (2006.01)  
**C07C 67/035** (2006.01)  
**C07C 53/08** (2006.01)  
**C07C 69/01** (2006.01)  
**C07C 69/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04732651 .7**  
96 Fecha de presentación: **13.05.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1638915**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.03.2006**

54 Título: **Proceso de oxidación para la producción de ácido acético y etileno**

30 Prioridad:  
**05.06.2003 GB 0312965**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.04.2012**

73 Titular/es:  
**BP CHEMICALS LIMITED  
CHERTSEY ROAD  
SUNBURY-ON-THAMES, MIDDLESEX TW16 7BP,  
GB**

72 Inventor/es:  
**FERGUSON, Ewen James;  
LUCY, Andrew Richard;  
ROBERTS, Mark Stephen;  
TAYLOR, Diana Rachel y  
WILLIAMS, Bruce Leo**

74 Agente/Representante:  
**Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 379 552 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 de oxidación para la producción de ácido acético y etileno

La presente invención se relaciona con un proceso para la oxidación de etano y/o etileno para producir etileno y/o ácido acético. La presente invención también se relaciona con procesos integrados en los que se utilizan etileno y ácido acético como reactivos para la producción de acetato de vinilo o acetato de etilo.

Se conoce la fase de oxidación del gas catalítico de etano a etileno y ácido acético. En 1978, Union Carbide Corporation publicó un informe en the Journal of Catalysis que describe el proceso de lecho fijo para la oxidación de etano a etileno. Adicionalmente, diversas patentes Estadounidenses (4,250,346, 4,524,236, 4,568,790, 4,899,003 y 4,596,787) describen la baja temperatura de oxideshidrogenación de etano a etileno. La US 4,899,003 describe un proceso para la oxideshidrogenación de etano en el que la corriente de producto comprende etileno, ácido acético, óxidos de carbono y etano que no reacciona. El CO y CO<sub>2</sub> se retiran antes de reciclaje del etano que no reacciona. Se puede retirar monóxido de carbono, por ejemplo, mediante oxidación con dióxido de carbono y adsorción posterior.

La EP-A-0546677 describe un proceso para la oxidación de etano a ácido acético en un reactor de lecho fluidizado. En el proceso descrito en la EP-A-0546677 la mayor parte del efluente de reactor se recicla en el reactor con el fin de mantener una alta concentración de óxidos de carbono como diluyentes del reactor. (Estos diluyentes ayudan a controlar la temperatura.) Sin embargo, se toma una corriente de purga del efluente de reactor para evitar una construcción continua de óxidos de carbono en el reactor, en el ejemplo de la EP-A-0546677 la carga del reactor contiene 25 % de CO y sobre 40 % de CO<sub>2</sub>. Una desventaja de concentraciones altas en CO y CO<sub>2</sub> en la carga es que existe una reducción en las presiones parciales de etano y etileno, que puede reducir el índice de reacción de oxidación.

La WO 01/90042 y WO 01/90043 describen un proceso integrado para la producción de acetato de vinilo, la primera etapa es la oxidación de etano a ácido acético y etileno, con conversión posterior del ácido acético y etileno a acetato de vinilo. Se puede producir monóxido de carbono como un subproducto en la etapa de conversión a acetato de vinilo. El CO se puede reciclar en el reactor de oxidación, sin embargo, la concentración de monóxido de carbono en la carga reciclada es relativamente baja. Específicamente, la WO 01/90042 y WO 01/90043 describen que usualmente se forman bajas cantidades de monóxido de carbono (<100ppm) en las etapas de producción de ácido acético y etileno, y que si se produce monóxido de carbono en cantidades mayores (hasta 5%), luego se puede requerir una etapa de retiro de CO. La WO 01/90042 y WO 01/90043 no describen ninguno de los beneficios de mantener una cantidad de CO en la carga al reactor.

La EP-A-0 877 727 describe un proceso integrado para la producción de ácido acético y/o acetato de vinilo en cualesquier proporciones pre-determinadas y variables de una materia prima gaseosa que comprende etileno y/o etano. El proceso integrado comprende una primera etapa en donde etileno y/o etano se oxida catalíticamente en una primera zona de reacción para producir una primera corriente de producto que comprende ácido acético, agua y etileno y opcionalmente etano, monóxido de carbono y/o dióxido de carbono. El ácido acético y etileno producido en esta primera zona de reacción luego se pone en contacto en una segunda zona de reacción con un gas que contiene oxígeno molecular en la presencia de un catalizador para producir una segunda corriente de producto que comprende acetato de vinilo, agua, ácido acético y opcionalmente etileno.

La US b156928 se relaciona con un catalizador, un método para elaborar el mismo y procesos catalíticos para utilizarlo, más específicamente a deshidrogenación selectiva a baja temperatura de etano (o mezcla de etano y etileno) a ácido acético.

La US 6143921 se relaciona con métodos para la producción catalítica de monómero de acetato de vinilo de etano, etileno o una mezcla de etano/etileno utilizando un primer catalizador que contiene MoVNbPd, MoVLaPdNbX (en donde X es A1 Ga Ge o Si) o MoVNbX (en donde X es P, B, Hf, Te, As o mezclas de los mismos) en la primera etapa de oxidación y utilizando un catalizador convencional VAM para la segunda etapa. El método produce mayores producciones de ácido acético y acetato de vinilo sin la coproducción de monóxido de carbono.

La EP 1201631 se relaciona con un proceso para la oxidación de alqueno C2 a C4 para producir el alqueno y ácido carboxílico correspondiente cuyo proceso comprende poner en contacto en una zona de reacción de oxidación, dicho alcano, gas que contiene oxígeno molecular y opcionalmente, por lo menos uno de los alcanos correspondientes y agua, en la presencia de por lo menos dos catalizadores cada uno activo, con diferentes selectividades, para la oxidación del alcano al alqueno correspondiente y ácido carboxílico para producir una corriente de producto que comprende dicho alqueno, ácido carboxílico y agua.

La REP 1201630 se relaciona con un proceso para la oxidación de un alcano C2 a C4 para producir el alqueno correspondiente y ácido carboxílico cuyo proceso comprende poner en contacto en una zona de reacción de

oxidación, dicho alcano y opcionalmente agua, en la presencia de por lo menos un catalizador activo para la oxidación del alcano al alqueno correspondiente y ácido carboxílico, para producir una corriente de producto que comprende alqueno, ácido carboxílico y agua.

5 US 6180821 y US 6040474 se relaciona con procesos integrados para la producción de ácido acético y/o acetato de vinilo que comprende la etapa de poner en contacto en una primera zona de reacción una materia prima gaseosa que comprende etileno y/o etano y opcionalmente vapor con un gas que contiene oxígeno molecular en la presencia de un catalizador activo para la oxidación de etileno a ácido acético y/o etano a ácido acético y/o etano a ácido acético y etileno para producir una primera corriente de producto gaseoso que comprende ácido acético, agua y etileno, como etileno que no reacciona y/o como etileno coproducido, y opcionalmente también etano, monóxido de carbono, dióxido de carbono y/o nitrógeno.

La US 6670504 se relaciona con un método para producir ácido acético de etano y oxígeno en un catalizador de lecho fijo, caracterizado porque se utiliza una cascada de reactor con una carga de oxígeno entre los niveles de reactor.

15 Ahora se ha encontrado que la oxidación de etano para producir etileno y ácido acético y/o la oxidación de etileno para producir ácido acético, se puede operar ventajosamente al mantener la cantidad de monóxido de carbono en la carga dentro de un rango definido.

De acuerdo con lo anterior, en un primer aspecto, la presente invención proporciona un proceso para la oxidación de etano para producir etileno y ácido acético y/o para la oxidación de etileno para producir ácido acético, cuyo proceso comprende cargar a una zona de reacción de oxidación dicho etano y/o etileno, un gas que contiene oxígeno molecular, monóxido de carbono, y opcionalmente agua, en la presencia de un catalizador activo para la oxidación del etano a etileno y ácido acético y/o activo para la oxidación del etileno al ácido acético correspondiente, para producir una primera corriente de producto que comprende etileno y ácido acético, caracterizado porque dicho monóxido de carbono se mantiene a entre 1 % y 20 % por volumen de la carga total a la zona de reacción de oxidación.

25 En un segundo aspecto la presente invención se relaciona con un proceso integrado para la producción de acetato de vinilo. De acuerdo con lo anterior, la presente invención también proporciona un proceso integrado para la producción de acetato de vinilo de etano y/o etileno, cuyo proceso comprende:

30 (a) cargar a una zona de reacción de oxidación dicho etano y/o etileno, un gas que contiene oxígeno molecular, monóxido de carbono, y opcionalmente agua, en la presencia de un catalizador activo para la oxidación de etano a un etileno y ácido acético correspondiente y/o activo para la oxidación de etileno a ácido acético, para producir una primera corriente de producto que comprende etileno y ácido acético, y en donde el monóxido de carbono se mantiene a entre 1 % y 20 % por volumen de la carga total a la zona de reacción de oxidación, y

35 (b) poner en contacto en una segunda zona de reacción por lo menos una porción de dicho etileno y por lo menos una porción de dicho ácido acético obtenido de la zona de reacción de oxidación, y un gas que contiene oxígeno molecular, en la presencia de por lo menos un catalizador activo para la producción de acetato de vinilo para producir una segunda corriente de producto que comprende acetato de vinilo.

En un tercer aspecto la presente invención se relaciona con un proceso integrado para la producción de acetato de etilo. De acuerdo con lo anterior, la presente invención también proporciona un proceso integrado para la producción de acetato de etilo de etano y/o etileno, cuyo proceso comprende:

40 (a) cargar a una zona de reacción de oxidación dicho etano y/o etileno, un gas que contiene oxígeno molecular, monóxido de carbono, y opcionalmente agua, en la presencia de un catalizador activo para la oxidación de etano a etileno y ácido acético y/o activo para la oxidación de etileno a ácido acético, para producir una primera corriente de producto que comprende etileno y ácido acético, y en donde el monóxido de carbono se mantiene a entre 1 % y 20 % por volumen de la carga total a la zona de reacción de oxidación, y

45 (b) poner en contacto en una segunda zona de reacción por lo menos una porción de dicho etileno, por lo menos una porción de dicho ácido acético obtenido de la zona de reacción de oxidación y, opcionalmente, agua, en la presencia de por lo menos un catalizador activo para la producción de acetato de etilo para producir una segunda corriente de producto que comprende acetato de etilo.

50 Ahora se ha encontrado que la presencia de monóxido de carbono (CO) en la carga para la oxidación de etano y/o etileno suprime la formación de monóxido de carbono adicional y reduce la selectividad general en los óxidos de carbono (COx). Adicionalmente, la selectividad para el producto o productos de etileno y/o ácido acético deseado se aumenta. Por ejemplo, utilizando el proceso de la presente invención se encuentra que en la oxidación de etano a

etileno y ácido acético, se puede aumentar la selectividad para el producto de ácido acético. Como una ventaja adicional, la reducción en la producción de COx (que es un proceso altamente exotérmico) permite control de calor mejorado que permite que la reacción de oxidación corra en productividad mayor.

5 Preferiblemente la carga comprende etano. La carga que contiene etano también puede comprender etileno. Cuando el etileno se carga con el etano a la zona de reacción de oxidación, la reacción de oxidación se puede operar con una cantidad mayor de etileno en la carga. Convencionalmente, la carga en cantidades mayores de alqueno conduce a un aumento en la formación de COx. Sin embargo, con el proceso de la presente invención, la formación de COx en cantidades mayores de carga de etileno (concentraciones) por lo menos se suprime parcialmente al cargar de 1 a 20 % por volumen de CO. Por lo tanto la presente invención permite ventajosamente etileno aumentado que se carga en la zona de reacción de oxidación, que resulta en productividad mejorada.

15 Preferiblemente, la cantidad de monóxido de carbono en la carga se mantiene de tal manera que la selectividad para monóxido de carbono en la zona de reacción de oxidación es baja, por ejemplo, menos de 1%. Así, la cantidad de monóxido de carbono en la primera corriente de producto sale de la zona de reacción de oxidación que no será significativamente mayor que la cantidad de monóxido de carbono en la carga a la zona de reacción de oxidación. Se puede separar monóxido de carbono en la primera corriente de producto de los componentes de etileno y ácido acético de la primera corriente de producto y se recicla. Preferiblemente, el monóxido de carbono cargado en la zona de reacción de oxidación comprende por lo menos una porción de dicho monóxido de carbono reciclado. Más preferiblemente esencialmente todos, tal como 90 % o más, más preferiblemente, 95 % o más, del monóxido de carbono en la primera corriente de producto se puede reciclar. Típicamente, se formará una cantidad pequeña de monóxido de carbono en la zona de reacción de oxidación y se puede balancear, por ejemplo, mediante pérdidas en las etapas de purificación y/o mediante una corriente de purga. Aunque en teoría es posible operar sin producción neta de monóxido de carbono (selectividad cero para monóxido de carbono) en la zona de reacción de oxidación, en la práctica una corriente de purga pequeña usualmente se requerirá para evitar la construcción de inertes que pueden estar presentes como impurezas en cualquiera de las cargas. Esta cantidad preferida de monóxido de carbono (cantidad de equilibrio) dependerá de la reacción de oxidación específica, el catalizador y las condiciones de reacción, tal como temperatura. Cuando opera en esta cantidad de equilibrio el proceso de la presente invención tiene la ventaja adicional que este se puede operar sin ninguna de las etapas de remoción de monóxido de carbono específicas (diferentes a cualquier purga), reduciendo por lo tanto los gastos de capital y operación asociados con tales etapas.

30 El monóxido de carbono fresco también se puede cargar a la zona de reacción de oxidación. Por ejemplo, cuando es deseable operar la zona de reacción de oxidación de tal manera que se produce monóxido de carbono en la carga se consume para formar dióxido de carbono en un índice mayor de monóxido de carbono, se puede cargar CO fresco a la zona de reacción de oxidación además del CO de reciclaje.

35 Cuando la zona de reacción de oxidación es parte de un proceso integrado, tal como para la producción de acetato de vinilo, el monóxido de carbono cargado a la zona de reacción de oxidación puede comprender monóxido de carbono que se recicla de otras etapas del proceso integrado, tal como, por ejemplo, monóxido de carbono reciclado, después de separación, de la segunda corriente de producto que sale de la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo.

40 Al inicio, se puede introducir monóxido de carbono fresco a la carga para la reacción para dar la cantidad deseada de monóxido de carbono en la carga total. Alternativamente, la cantidad de monóxido de carbono en la carga a la zona de reacción de oxidación en el inicio puede ser inicialmente menor que la cantidad que se desea mantener, pero construirá la cantidad que se desea mantener en la carga mediante reciclaje del monóxido de carbono formado en el proceso.

45 Preferiblemente la cantidad de monóxido de carbono en la carga (como componente fresco y/o de reciclaje) se mantiene a una cantidad por encima de 2.5 % por volumen de la carga total, tal como por encima de 5 % por volumen de la carga total, por ejemplo por encima de 5 vol % a 20 vol % o por encima de 5 vol % a 15 vol % de la carga total.

50 Preferiblemente la cantidad de monóxido de carbono en la carga (como componentes fresco y/o de reciclaje) se mantiene a una cantidad por debajo de 15 % por volumen de la carga total tal como en el rango por encima de 5 vol % a por debajo de 15 vol % de la carga total, por ejemplo, por encima de 5 vol % a 10 vol % de la carga total,

En el proceso para la oxidación de etano para producir etileno y ácido acético, preferiblemente, se carga etileno a la zona de reacción con etano.

55 Los catalizadores sólidos activos para la oxidación de etano y/o etileno se pueden utilizar en la forma de un lecho fijo o fluidizado. Preferiblemente, la reacción de oxidación se realiza heterogéneamente con catalizadores sólidos y los reactivos en la fase fluida.

Los catalizadores activos para la oxidación de etano a etileno y ácido acético puede comprender cualesquier catalizadores adecuados conocidos en la técnica, por ejemplo, como se describe en la US 4596787, EP-A-0407091, DE 19620542, WO 99/20592, DE 19630832, WO 98/47850, WO 99/51339, EP-A-0 1043064, WO 9913980, US 5300682 y US 5300684.

- 5 La US 4596787 se relaciona con un proceso para la oxideshidrogenación a baja temperatura de etano a etileno utilizando un catalizador que tiene la fórmula empírica,  $Mo_aV_bNb_cSb_dX_e$  como se define allí, los elementos están presentes en combinación con oxígeno.

La BP-A-040709x se relaciona con el proceso y catalizador para la producción de etileno y/o ácido acético mediante la oxidación de etano y/o etileno en la presencia de un catalizador de oxidación que comprende molibdeno, renio y tungsteno.

La DE 19620542 se relaciona con molibdeno, paladio, renio basado en catalizadores de oxidación para la producción de ácido acético de etano y/o etileno.

- 15 La WO 99/20592 se relaciona con un método para producir selectivamente ácido acético de etano, etileno o mezclas de los mismos y oxígeno a alta temperatura en la presencia de un catalizador que tiene la fórmula  $Mo_aV_bNb_cY_d$  en donde X representa uno o varios de Cr, Mn, Nb, Ta, Ti, V, Te y W; Y representa uno o varios de B, Al, Ga, In, Pt, Zn, Cd, Bi, Ce, Co, Rh, Ir, Cu, Ag, Au, Fe, Ru, Os, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Nb, Zr, Hf, Ni, P, Pb, Sb, Si, Sn, Tl y U y  $a=1$ ,  $b=0.0001$  a  $0.01$ ,  $c = 0.4$  a  $1$  y  $d = 0,005$  a  $1$ ,

La solicitud de patente Alemana DE 196 30 832 A1 se relaciona con una composición de catalizador similar en la que  $a=1$ ,  $b > 0$ ,  $c > 0$  y  $d = 0$  a  $2$ . Preferiblemente,  $a = 1$ ,  $b = 0,0001$  a  $0.5$ ,  $c = 0.1$  a  $1.0$  y  $d = 0$  a  $1.0$ .

- 20 La WO 98/47850 se relaciona con un proceso para producir ácido acético de etano, etileno o mezclas de los mismos y un catalizador que tiene la fórmula  $W_aX_bY_cZ_d$  en la que X representa uno o varios de Pd, Pt, Ag y Au, Y representa uno o varios de V, Nb, Cr, Mn, Fe, Sn, Sb, Cu, Zn, U, Ni, y Bi y Z representa uno o varios de Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, Ru, Os, Co, Rh, Ir, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Pb, P, As y Te,  $a = 1, b > 0, c > 0$  y  $d$  es  $0$  a  $2$ .

- 25 La WO 99151339 se relaciona con una composición de catalizador para la oxidación selectiva de etano y/o etileno a ácido acético cuya composición comprende en combinación con oxígeno los elementos  $Mo_aW_bASg_cIr_dX_eY_f$  en donde X es los elementos Nb y V; Y es uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste de Cr, Mn, Ta, Ti, B, Al, Ga, In, Ft, Zn, Cd, Bi, Ce, Co, Rh, Cu, Au, Fe, Ru, Os, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Zr, Hf, Ni, P, Pb, Sb, Si, Sn, Tl, U, Re y Pd; a, b, o, d, e y f representan las relaciones de átomo por gramo de tales elementos de tal manera que  $0 < a \leq 1$ ,  $0 \leq b < 1$  y  $a + b = 1$ ;  $0 < (c + d) \leq 0.1$ ;  $0 < e \leq 2$ ; y  $0 \leq f \leq 2$ .

- 30 La EP-A-1043064 se relaciona con una composición de catalizador para la oxidación de etano a etileno y/o ácido acético y/o para la oxidación de etileno a ácido acético cuya composición comprende en combinación con oxígeno los elementos de molibdeno, vanadio, niobio y oro en la ausencia de paladio de acuerdo con la fórmula empírica:  $Mo_aW_bAu_dV_eNb_cY_f$  en donde Y es uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste de : Cr, Mn, Ta, Ti, B, Al, Ga, In, Pt, Zn, Cd, Bi, Ce, Co, Rh, Ir, Gu, Ag, Fe, Ru, Os, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Zr, Hf, Ni, P, Pb, Sb, Si, Sn, Tl, U, Re, Te y La; a, b, c, d, e y f representan las relaciones de átomo por gramo de los elementos de tal manera que;  $0 < a \leq 1$ ;  $0 \leq b < 1$  y  $a + b = 1$ ;  $10^{-5} < c \leq 0.02$ ;  $0 < e \leq 1$ ; y  $0 \leq f \leq 2$ .

- 35 La WO 99/13980 se relaciona con un catalizador para la oxidación selectiva de etano a ácido acético de la fórmula:  $Mo_aV_bNb_cX_d$  en donde X es por lo menos un elemento promotor seleccionado del grupo que consiste de P, B, Hf, Te y As; a es un número que varía de aproximadamente 1 a aproximadamente 5; b es 1; c es un número que varía de aproximadamente 0.01 a aproximadamente 0.5; y d es un número que varía de más de 0 a aproximadamente 0.1.

La US 5300682 se relaciona con el uso del catalizador de oxidación con la fórmula empírica de  $VP_aM_bO_x$  en donde M es uno o más de Co, Cu, Re, Fe, Ni, Nb, Cr, W, U, Ta, Ti, Zr, Hf, Mn, Pt, Pd, Sn, Sb, Bi, Ce, As, Ag y Au, a es 0.5 a 3, b es 0 1 y x satisface los requerimientos de valencia.

- 45 La US 5300684 se relaciona con una reacción de oxidación de lecho fluido utilizando por ejemplo  $Mo_{0.37}Re_{0.25}V_{0.26}Nb_{0.07}Sb_{0.03}Ca_{0.02}O_x$ .

- Otros catalizadores de oxidación adecuados para uso en la presente invención se describen en la WO 99/13980 que se relaciona con el uso de catalizadores con elementos en combinación con oxígeno en las relaciones de átomo por gramo relativas de  $Mo_aV_bNb_cX_d$  en donde X = P, B, Hf, Te o As; US 6030920 que se relaciona con el uso de catalizadores con elementos en combinación con oxígeno en las relaciones de átomo por gramo relativo de  $Mo_aV_bNb_cPd_d$ ; WO 00/00284 que se relaciona con el uso de catalizadores con elementos en combinación con

- oxígeno en las relaciones de átomo por gramo relativo de  $Mo_aV_bNb_cPd_d$  y/o  $Mo_aV_bLa_cPd_d$ ; US 6087297 que se relaciona con el uso de catalizadores con elementos en combinación con oxígeno en las relaciones de átomo por gramo relativo de  $Mo_aV_bPd_cLa_d$ ; WO 00/09260 que se relaciona con el uso de catalizadores con elementos en combinación con oxígeno en las relaciones de átomo por gramo relativo de  $Mo_aV_bLa_cPd_dNb_eX_f$  en donde X = Cu o Cr y e y f puede ser cero; WO 00/2910b y WO 00/29105 que se relaciona con el uso de catalizadores con elementos en combinación con oxígeno en las relaciones de átomo por gramo relativo de  $Mo_aV_bGa_cPd_dNb_eX_f$  en donde X = La, Te, Ge, Zn, Si, In o W y WO 00/38833 que se relaciona con el uso de catalizadores con elementos en combinación con oxígeno en las relaciones de átomo por gramo relativo de  $Mo_aV_bLa_cPd_dNb_eX_f$  en donde X = Al, Ga, Ge o Si.
- Los catalizadores sólidos activos para la oxidación de etano y/o etileno pueden estar soportados o no soportados. Ejemplos de soportes adecuados incluyen sílice, tierra diatomácea, montmorillonita, alúmina, alúmina de sílice, zirconio, titanio, carburo de silicio, carbono activado y mezclas de los mismos.
- Cada uno de los gases que contienen etano, oxígeno molecular, se puede introducir etileno y agua en la zona de reacción de oxidación como componente fresco y/o de reciclaje.
- El gas que contiene oxígeno molecular utilizado en la zona reacción de oxidación puede ser más rico o más pobre en aire o gas en oxígeno molecular que el aire. Un gas adecuado puede ser, por ejemplo, oxígeno diluido con un diluyente adecuado, por ejemplo nitrógeno o dióxido de carbono. Preferiblemente, el gas que contiene oxígeno molecular es oxígeno. Preferiblemente, por lo menos algo del gas que contiene oxígeno molecular se carga a la zona de reacción de oxidación independientemente de las cargas de etano y etileno opcional, y puede reciclar las corrientes.
- El etano y/o etileno cargado en la zona de reacción de oxidación del proceso de la presente invención puede ser sustancialmente puro o se puede mezclar, por ejemplo, con uno o más de nitrógeno, metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrógeno, y bajas cantidades de alquenos/alcanos  $C_3/C_4$ .
- Preferiblemente, la cantidad total de impurezas inertes, tal como metano, nitrógeno, dióxido de carbono y argón presentes en la carga de etileno y/o etano está en el rango de 0 a 3 vol % y más preferiblemente, en el rango de 0 a 2.5 vol % tal como 0 a 2.14 vol%.
- Preferiblemente, la cantidad total de impurezas reactivas, tal como propano y otros hidrocarburos, presentes en la carga de etileno y/o etano está en el rango de 0 a 10 vol % y más preferiblemente, en el rango de 0 a 5 vol%.
- El monóxido de carbono fresco, si se utiliza, puede ser esencialmente puro o puede contener impurezas tales como dióxido de carbono, hidrógeno, nitrógeno, gases nobles y agua.
- En forma adecuada, las concentraciones de etano (como componente de carga fresco y de reciclaje) es de 0 a 90 mol % inclusive de la carga total, que incluye reciclajes, a la zona de reacción de oxidación, preferiblemente de 10 a 80 mol %, más preferiblemente de 40 a 80 mole %.
- En forma adecuada, la concentración de etileno (como componente de carga fresco y de reciclaje) es de 0 a 50 mol % inclusive de la carga total, incluyendo reciclajes, a la zona de reacción de oxidación, preferiblemente de 1 a 30 mol %, más preferiblemente de 2 a 20 mol %.
- En forma adecuada, la concentración de agua opcional (como componente de carga fresco y de reciclaje) es de 0 a 50 mol % inclusive de la carga total, incluyendo reciclajes, a la zona de reacción de oxidación, preferiblemente de 0 a 25 mol %, más preferiblemente de 2 a 15 mol %.
- Una carga preferida a la zona de reacción de oxidación para la oxidación de etano y etileno a ácido acético y etileno comprende (en mol %) 40-80 % de etano, 2-20 % de etileno, 2-15 % de agua, 5-15 % de monóxido de carbono y 5-20 % de oxígeno, con un balance de gases inertes, tales como argón, dióxido de carbono y/o nitrógeno. El oxígeno se agrega preferiblemente directamente en el lecho fluidizado.
- Cuando se utilizan catalizadores sólidos en la zona de reacción de oxidación etano y/o etileno, gas que contiene oxígeno molecular y cualesquier gases de reciclaje se pasan preferiblemente a través de la zona reacción de oxidación con un tiempo de residencia que corresponde a un gas combinado de velocidad de espacio por hora (GHSV) de 500-10,000 $hr^{-1}$ ; el GHSV se define como el volumen (calculado a STP) del gas que pasa a través del reactor dividido por el volumen de masa del catalizador decantado.
- La reacción de oxidación de la presente invención se puede llevar en forma adecuada a una temperatura en el rango de 100 a 400°C, típicamente en el rango de 200 a 380°C, preferiblemente 250 a 350°C.

La reacción de oxidación de la presente invención se puede llevar en forma adecuada a presión atmosférica o superatmosférica, por ejemplo en el rango de 80 a 400 psig.

Típicamente, las conversiones de etano en el rango de 1 a 99 % se pueden lograr en la reacción de oxidación de la presente invención.

- 5      Típicamente, las conversiones de oxígeno en el rango de 30 a 100 % se pueden lograr en la reacción de oxidación de la presente invención.

En la reacción de oxidación de la presente invención, el catalizador en forma adecuada tiene una productividad en el rango 10 a 10000 gramos de ácido acético, por hora por kilogramo de catalizador.

10      La primera corriente de producto del proceso de oxidación se puede cargar directamente a un proceso descendente, pero preferiblemente se carga a un proceso descendente indirectamente después de una o más etapas de separación, tal como la remoción de monóxido de carbono mediante separación o reacción. Por lo tanto, en el segundo aspecto de la presente invención, por lo menos una porción del etileno y por lo menos una porción del ácido acético obtenido de la zona de reacción de oxidación se pone en contacto con gas que contiene oxígeno molecular para producir acetato de vinilo. En el tercer aspecto de la presente invención, por lo menos una porción del etileno y por lo menos una porción del ácido acético obtenido de la zona de reacción de oxidación se pone en contacto con un catalizador adecuado para producir acetato de etilo. Preferiblemente, se oxida etano en la presencia de un catalizador de oxidación adecuado en la primera zona de reacción de oxidación para producir una relación de aproximadamente 1:1 de etileno y ácido acético para uso en la reacción de acetato de vinilo o acetato de etilo posterior. Sin embargo se puede agregar etileno o ácido acético a (o se retira de) a las primeras corrientes de producto según se requiere para dar la carga deseada la segunda zona de reacción. Por lo tanto, se puede agregar etileno adicional opcional y/o ácido acético adicional opcional, o se puede recuperar ácido acético y/o etileno de la primera corriente de producto antes de la segunda zona de reacción.

El etileno adicional puede ser etileno fresco y/o se recicla etileno de la segunda zona de reacción.

25      El etileno adicional introducido en la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo o acetato de etilo puede ser sustancialmente puro o se puede mezclar, por ejemplo, con uno o más de nitrógeno, argón, metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrógeno, y otras cantidades de alquenos/alcanos C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>.

30      Ventajosamente, en el segundo aspecto de la presente invención, las altas concentraciones de etileno se cargan a la segunda zona de reacción y las bajas concentraciones de etileno se cargan a la zona de reacción de oxidación. Las bajas concentraciones (menos de 20 mol % de la carga total) de etileno cargado en la zona de reacción de oxidación permite la mezcla aproximada o equimolar requerida de etileno y ácido acético que se va a producir. Las altas concentraciones de etileno (mayor de 50 mol % de la carga total) se cargan a la segunda zona de reacción que maximiza la selectividad al acetato de vinilo.

35      Deseablemente, la concentración de etileno cargada a la segunda zona de reacción en el segundo aspecto de la invención es por lo menos 50 mol % de la carga total a la segunda zona de reacción, preferiblemente, por lo menos 55 mole%, más preferiblemente por lo menos 60 mol%. En forma adecuada, la concentración de etileno es hasta 85 mol % de la carga total a la segunda zona de reacción, preferiblemente, en el rango de por lo menos 50 mol % a 80 mol%, tal como por lo menos 55 mol % a 80 mol%.

40      Ventajosamente, en el tercer aspecto de la presente invención las concentraciones óptimas de etileno se cargan a la segunda zona de reacción y las concentraciones bajas de etileno se cargan a la zona de reacción de oxidación. Las concentraciones bajas (menos de 20 mol % de la carga total) de etileno cargado a la zona de reacción de oxidación que permite la mezcla equimolar o equimolar aproximada requerida de etileno y ácido acético que se va a producir. Las concentraciones óptimas de etileno se pueden cargar a la segunda zona de reacción para maximizar la selectividad al acetato de etilo.

45      En forma deseable, la concentración de etileno, cargada a la segunda zona de reacción es por lo menos 50 mol % de la carga total a la segunda zona de reacción, preferiblemente, por lo menos 55 mole%, más preferiblemente por lo menos 60 mol%.

50      Los catalizadores conocidos en la técnica para la producción de acetato de vinilo se pueden utilizar en el segundo aspecto del proceso de la presente invención. Así, el catalizador activo para la producción de acetato de vinilo que se puede utilizar en una segunda zona de reacción de la presente invención puede comprender, por ejemplo, los catalizadores como se describe en GB 1 559 540; US 5,185,308 y EP-A-0672453.

El GB 1 559 540 describe un catalizador activo para la preparación de acetato de vinilo mediante la reacción de etileno, ácido acético y oxígeno, el catalizador consiste esencialmente de:

(1) un catalizador de soporte que tiene un diámetro de partícula de 3 a 7 mm y un volumen de poro de 0,2 a 1.5 ml/g, a 10 % en peso de suspensión acuosa del catalizador de soporte que tiene un pH de 3.0 a 9.0,

5 (2) una aleación de paladio-oro distribuida en una capa de superficie del catalizador de soporte, la capa de superficie se extiende menos de 0.5 mm desde la superficie del soporte, el paladio en la aleación está presente en una cantidad de 1.5 a 5.0 gramos por litro de catalizador, y el oro está presente en una cantidad de 0.5 a 2,25 gramos por litro de catalizador, y

10 (3) de 5 a 60 gramos por litro de catalizador de acetato de metal alcalino. La US 5,185,308 describe una cubierta de catalizador activo impregnado para la producción de acetato de vinilo de etileno, ácido acético y un gas que contiene oxígeno, el catalizador consiste esencialmente de: (1) un catalizador de soporte que tiene un diámetro de partícula de aproximadamente 3 a aproximadamente 7 mm y un volumen de poro de 0.2 a 1.5 ml por gramo, (2) paladio y oro distribuido en la capa más externa de 1.0 mm de espesor de las partículas de catalizador de soporte, y (3) de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 9.5 % en peso de acetato de potasio en donde la relación en peso de oro a paladio en dicho catalizador está en el rango de 0.6 a 1.25.

La EP-A-0672453 describe catalizadores que contienen paladio y su preparación para los procesos de acetato de vinilo de lecho fluido.

Los catalizadores conocidos en la técnica para la producción de carboxilatos alquilo se pueden utilizar en el tercer aspecto del proceso de la presente invención. Los catalizadores activos para la producción de carboxilatos alquilo que se pueden utilizar en la segunda zona de reacción pueden comprender, por ejemplo, catalizadores como se describe en la EP-A-0926126.

La EP-A-0926126 describe un proceso para la producción de ésteres al hacer reaccionar, en una pluralidad de reactores fijados en serie, etileno, propileno o mezclas de los mismos con un ácido monocarboxílico C1-C4 alifático saturado en la presencia de un catalizador heteropolíácido.

25 Típicamente, la producción de acetato de vinilo, o acetato de etilo en la segunda zona de reacción se lleva a cabo heterogéneamente con los reactivos que están presentes en la fase de gas.

El gas que contiene oxígeno molecular utilizado en la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo puede comprender gas que contiene oxígeno molecular que no reacciona de la zona de reacción de oxidación y/o gas que contiene oxígeno molecular adicional.

30 El gas que contiene oxígeno molecular adicional, si se utiliza, puede aire o un gas más rico o más pobre en oxígeno molecular que el aire. Un gas adicional adecuado que contiene oxígeno molecular puede ser, por ejemplo, oxígeno diluido con un diluyente adecuado, por ejemplo nitrógeno, argón o dióxido de carbono. Preferiblemente, el gas adicional que contiene oxígeno molecular es oxígeno. Preferiblemente, por lo menos algunos de los gases que contienen oxígeno molecular se cargan independientemente a la segunda zona de reacción de los reactivos de  
35 etileno y ácido acético.

En el tercer aspecto de la presente invención se puede agregar opcionalmente agua en la segunda zona de reacción para la producción de acetato de etilo. Cuando está presente, el agua está presente en forma adecuada en la forma de vapor y en una cantidad en el rango de 1-10 mol % de la carga total a la segunda zona de reacción.

40 El ácido acético adicional cargado a la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo o acetato de etilo puede comprender ácido fresco y/o ácido reciclado. Preferiblemente, por lo menos una porción del ácido acético introducido en una segunda zona de reacción comprende ácido acético producido de la zona de reacción de oxidación.

El ácido acético fresco y reciclado se puede introducir en una segunda zona de reacción como corrientes de cargas separadas o como una corriente de carga única que comprende ácido fresco y reciclado.

45 El ácido acético de reciclaje cargado a la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo o acetato de etilo puede comprender por lo menos una porción del ácido obtenido de los procesos descendentes tal como de la separación del ácido que no reacciona de la segunda corriente de producto.

Por lo menos parte del ácido acético ácido a la segunda zona de reacción puede ser líquido. Cuando se utilizan catalizadores sólidos en la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo, el etileno, el ácido



acético, cualesquier reactivos de etileno o ácido acético adicionales, cualesquier corrientes de reciclaje y gas que contiene oxígeno molecular se pasan preferiblemente a través de la segunda zona de reacción en una velocidad espacial horaria de gas combinado (GHSV) de 500-10,000hr<sup>-1</sup>.

5 La segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo se puede operar en forma adecuada a una temperatura en el rango de 140 a 200°C.

La segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo se puede operar en forma adecuada en una presión en el rango de 3.40 atm a 20.41 atm (50 a 300 psig).

La segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo se puede operar en forma adecuada como un proceso de lecho fluidizado o fijo.

10 Las conversiones de ácido acético en el rango de 5 a 80 % se pueden lograr en la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo.

Las conversiones de oxígeno en el rango de 20 a 100 % se pueden lograr en la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo.

15 Las conversiones de etileno en el rango de 3 a 100 % se pueden lograr en la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo.

En forma adecuada, la selectividad basada en el producto de etileno a acetato de vinilo de por lo menos 85 %, tal como por lo menos 90 % se pueden lograr en la segunda zona de reacción.

En la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo, el catalizador adecuado tiene una productividad en el rango de 10 a 10000 gramos de acetato de vinilo por hora por kg de catalizador.

20 Cuando se utiliza etano en el proceso del segundo aspecto de la presente invención, la corriente de producto de la segunda zona de reacción para la producción de acetato de vinilo puede comprender acetato de vinilo, agua y ácido acético y opcionalmente también etileno, etano, oxígeno, acetaldehído, nitrógeno, argón, monóxido de carbono y dióxido de carbono que no reacciona. Tal corriente de producto se puede separar mediante destilación azeotrópica en una fracción superior que comprende acetato de vinilo y agua y una fracción base que comprende ácido acético y agua. La fracción base se retira de la columna de destilación como líquido desde la parte inferior de la columna. Adicionalmente, también se puede retirar vapor de una o más etapas por encima de la parte inferior de la columna. Antes de tal etapa de destilación, se puede retirar etileno, etano, acetaldehído, monóxido de carbono y dióxido de carbono, si existe, de la segunda corriente de producto, en forma adecuada como una fracción gaseosa superior de una columna de depuración, en el que una fracción líquida que comprende acetato de vinilo, agua y ácido acético se retira de la base. El monóxido de carbono, si existe, se puede reciclar a la zona de reacción de oxidación. El etileno y/o etano se puede reciclar a la zona de reacción de oxidación y/o la segunda zona de reacción.

25

30

Se recupera acetato de vinilo de la fracción superior, en forma adecuada por ejemplo mediante decantación. El acetato de vinilo recuperado, si se desea, se puede purificar adicionalmente en forma conocida.

35 La fracción base que comprende ácido acético y agua se puede reciclar, con o preferiblemente sin purificación adicional, a la segunda zona de reacción. Alternativamente, se recupera ácido acético de la fracción base y se puede purificar adicionalmente si se desea, en forma conocida, por ejemplo, mediante destilación.

40 Cuando se utiliza etano en el proceso del segundo aspecto de la presente invención, preferiblemente se separan ácido acético y etileno del efluente, que incluye monóxido de carbono, de la zona de reacción de oxidación (reactor de oxidación de etano) antes de la reacción del ácido acético y etileno en la segunda zona de reacción (reactor VAM). El efluente restante se puede tratar según se desee, por ejemplo para retirar por lo menos algo del CO<sub>2</sub> producido, y se recicla a la zona de reacción de oxidación para mantener la cantidad de monóxido de carbono en la carga para dicha zona de reacción. El proceso de la presente invención obvia la necesidad de o mitiga la escala requerida para cualquier etapa de proceso de retiro de monóxido de carbono (por ejemplo, cuando se requiera en el proceso descrito en la WO 01/90042).

45 En otra realización del segundo aspecto de la presente invención por lo menos algo del monóxido de carbono en el fluente de la zona de reacción de oxidación se puede cargar a la segunda zona de reacción para mantener una cantidad adecuada de monóxido de carbono en la carga a la segunda zona de reacción. El monóxido de carbono, que incluye cualquier monóxido de carbono adicional que se puede producir en la segunda zona de reacción, se puede separar posteriormente de la segunda corriente de producto y se recicla a la zona de reacción de oxidación para mantener la cantidad requerida de monóxido de carbono en la carga a la zona de reacción de oxidación.

50

El proceso de la presente invención ahora se ilustrará con respecto a las figuras y ejemplos.

La Figura 1 representa, en forma esquemática, un proceso para la oxidación de etano y etileno a ácido acético y etileno.

La Figura 2, representa, en forma esquemática, un proceso integrado para la producción de acetato de vinilo de etano y etileno de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención.

Con referencia a la Figura 1, una corriente de carga (1), que comprende etano y oxígeno fresco, y agua y etileno opcional, y una corriente de reciclaje (2) que comprende etano y monóxido de carbono que no reaccionan se cargan a un reactor de oxidación de etano de lecho fluido que tiene un lecho de catalizador de oxidación adecuado (3) para la producción de ácido acético y etileno. La carga tiene 1 a 20 % por volumen de monóxido de carbono. La reacción de oxidación produce una corriente de producto (4) que comprende ácido acético, etano, etileno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, agua y cualquier gas inerte que está presente en las corrientes de carga y/o de reciclaje. Se separa el agua y ácido acético en un primer medio de separación adecuado (5), por ejemplo en un depurador, para proporcionar una corriente gaseosa (6) que comprende predominantemente etano, etileno, monóxido de carbono y dióxido de carbono. Opcionalmente, se puede retirar agua del ácido acético utilizando un medio de separación adecuado, tal como destilación. Por lo menos se puede retirar algo de dióxido de carbono de la corriente gaseosa (6) en un sistema de remoción de CO<sub>2</sub> (7), por ejemplo, utilizando carbonato de potasio. Por lo menos algo de cualquier gas inerte y algo del etileno de la corriente (6) se puede recuperar mediante separación en un segundo medio de separación adecuado (8), para dejar una corriente (2) que comprende etano, monóxido de carbono que no reacciona y cualesquier inertes restantes, CO<sub>2</sub> o etileno, que se recicla en el reactor de oxidación de etano (3), para mantener la cantidad requerida de monóxido de carbono. Se puede tomar una purga de esta corriente de reciclaje, o en cualquier parte, para evitar la formación de inertes,

La Figura 2 es de manera similar a la Figura 1 y así se utilizan los mismos numerales de referencia, cuando es apropiado. En la Figura 2, la corriente de ácido acético y agua recuperada del primer medio de separación (5) y la corriente de etileno recuperada del segundo medio de separación (8), junto con oxígeno, y ácido acético adicional opcional y/o etileno cuando es necesario entonces se cargan a un reactor de acetato de vinilo (9), en donde se ponen en contacto con un catalizador adecuado para dar una segunda corriente de producto que comprende acetato de vinilo. Opcionalmente, antes de cargar la corriente de ácido acético y agua del primer medio de separación al reactor de acetato de vinilo (9), por lo menos una porción de dicha corriente de ácido acético y agua se puede cargar a un medio de separación adecuado para retirar por lo menos una porción del agua allí, por ejemplo, en una columna de destilación. Se puede separar y combinar cualquier monóxido de carbono en la segunda corriente de producto con una corriente de reciclaje (2) para reciclaje en el reactor de oxidación de etano de lecho fluido (3). Se puede separar cualquier etileno y ácido acético que no reacciona, en la segunda corriente de producto y se recicla en el reactor de acetato de vinilo (9).

**EJEMPLOS**

se agrega monóxido de carbono en varias cantidades a una carga a un reactor para la oxidación de etano a ácido acético. La carga comprende 60 vol % de etano, 5 vol % de etileno, 5 vol % de agua, 6.6 vol % de oxígeno, la cantidad requerida de monóxido de carbono, con un balance de nitrógeno. La carga se pasa sobre un catalizador de oxidación de etano a temperaturas de aproximadamente 302° C, 293° C y 283° C respectivamente. Los resultados se dan en la Tabla 1 adelante.

Tabla 1

CO en carga (mol %)	Conversión (%)	Selectividad (C-mol %)				
		Oxígeno	Etileno	CO	CO <sub>2</sub>	COx
0	98.0	55.9	9.9	3.8	13.7	30.4
2.5	96.8	52.4	8.7	4.4	13.1	34.5
5	97.4	51.2	5.0	6.1	11.1	37.6

ES 2 379 552 T3

(continuación)

CO en carga (mol %)	Conversión (%)	Selectividad (C-mol %)				
10	96.9	52.8	0.7	7.7	8.4	38.8
302°C, 16 barg, 3200/h, 60 % de etano, 5 % de etileno, 5 % de agua, 6.6 % de oxígeno, balance de nitrógeno						
CO en carga (mol %)	Conversión (%)	Selectividad (C-mol %)				
		Oxígeno	Etileno	CO	CO <sub>2</sub>	COx
0	82.6	55.3	9.8	3.8	13.6	31.2
2.5	79.5	51.6	8.3	4,2	12.5	35.8
5	82.8	50.3	4,9	6.1	11.0	38.7
10	81.5	54.2	-1.3	8.3	7.1	38.8
293°C.16 barg. 3200/h, 60 % de etano, 5 % de etileno, 5 % de agua, 6.6 % de oxígeno, balance de nitrógeno.						
	Oxígeno	Etileno	CO	CO <sub>2</sub>	COx	AcOH
0	64.5	50.7	10.4	4.1	14.5	34.8
2.5	60.1	53.1	8.7	4.1	12.8	34.1
5	63.8	47,7	5.0	6.2	11.2	41.1
10	61.4	51.8	-2.9	8.1	5.2	43.0
283°C, 16 barg, 3200/h, 60 % de etano, 5 % de etileno, 5 % de agua, 6.6 % de oxígeno, balance de nitrógeno.						

5 Estos resultados muestran se suprime el aumento de la cantidad de CO en la carga al reactor la cantidad de CO formado. La supresión de CO no está compensada por un aumento equivalente en la formación de CO<sub>2</sub>, lo que resulta en una reducción neta en la formación total de óxidos de carbono (COx) y un aumento en la selectividad del ácido acético.

10 Estos resultados también demuestran que el punto en el cual se inhibe totalmente la formación de CO (sin producción neta de CO) es dependiente de la temperatura de la zona de reacción de oxidación. Así, a una temperatura mayor se requiere una concentración mayor de monóxido de carbono en la carga a la zona de reacción de oxidación para inhibir completamente la formación de CO.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso para la oxidación de etano para producir etileno y ácido acético y/o para la oxidación de etileno para producir ácido acético, cuyo proceso comprende cargar a una zona de reacción de oxidación dicho etano y/o etileno, un gas que contiene oxígeno molecular, monóxido de carbono, y opcionalmente agua, en la presencia de un catalizador activo para la oxidación del etano a etileno y ácido acético y/o activo para la oxidación del etileno a ácido acético, para producir una primera corriente de producto que comprende etileno y ácido acético, caracterizado porque dicho monóxido de carbono se mantiene a entre 1 % y 20 % por volumen de la carga total a la zona de reacción de oxidación.
- 10 2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende adicionalmente poner en contacto en una segunda zona de reacción por lo menos una porción de dicho etileno y por lo menos una porción de dicho ácido acético obtenido de la zona de reacción de oxidación, y un gas que contiene oxígeno molecular, en la presencia de por lo menos un catalizador activo para la producción de acetato de vinilo para producir una segunda corriente de producto que comprende acetato de vinilo.
- 15 3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende adicionalmente poner en contacto en una segunda zona de reacción por lo menos una porción de dicho etileno, por lo menos una porción de dicho ácido acético obtenido de la zona de reacción de oxidación y, opcionalmente, agua, en la presencia de por lo menos un catalizador activo para la producción de acetato de etilo para producir una segunda corriente de producto que comprende acetato de etilo.
- 20 4. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde el monóxido de carbono se carga a la zona de reacción de oxidación como un gas fresco y/o como un gas de reciclaje.
- 5 5. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la primera corriente de producto comprende monóxido de carbono.
- 25 6. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 5 en donde por lo menos 90 % del monóxido de carbono presente en la primera corriente de producto se recicla a la zona de reacción de oxidación.
- 30 7. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y reivindicaciones 4 a 6 en donde la segunda corriente de producto comprende monóxido de carbono.
- 35 8. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 7 en donde el monóxido de carbono se separa de la segunda corriente de producto y se recicla a la zona de reacción de oxidación.
9. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la cantidad de monóxido de carbono en la carga (como gas fresco y/o de reciclaje) se mantiene por encima de 2.5 % por volumen de la carga total.
10. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9 en donde la cantidad de monóxido de carbono se mantiene por encima de 5 % por volumen de la carga total.
11. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9 en donde la cantidad de monóxido de carbono se mantiene en el rango por encima de 5 % por volumen a 20 % por volumen de la carga total.
12. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9 en donde la cantidad de monóxido de carbono se mantiene en el rango por encima de 5 % por volumen a 15 % por volumen de la carga total.
- 40 13. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la cantidad de monóxido de carbono en la carga (como gas fresco y/o de reciclaje) se mantiene por debajo de 15 % por volumen de la carga total.
14. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 13 en donde la cantidad de monóxido de carbono se mantiene en el rango por encima de 5 % por volumen a por debajo de 15 % por volumen de la carga total.
- 45 15. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 13 en donde la cantidad de monóxido de carbono se mantiene en el rango por encima de 5 % por volumen a 10 % por volumen de la carga total.
16. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde etano y etileno se cargan a la zona de reacción de oxidación.

## ES 2 379 552 T3

17. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde cada uno de etano y etileno se carga a la zona de reacción de oxidación como componente de carga fresco y/o como componente de carga de reciclaje.
- 5 18. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la concentración de etano (como componente de carga fresco y de reciclaje) es de 0 a 90 mol % de la carga total a la zona de reacción de oxidación.
19. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la concentración de etileno (como componente de carga fresco y de reciclaje) es de 0 a 50 mol % de la carga total a la zona de reacción de oxidación.
- 10 20. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que se carga agua a la zona de oxidación como componente de carga fresco y/o de reciclaje en una concentración en el rango mayor de 0 a 50 mol % de la carga total.
21. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la relación mol de etileno a ácido acético en la primera corriente de producto es 1 : 1.
- 15 22. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 21 en donde se carga etileno adicional y/o ácido acético adicional a la segunda zona de reacción.
23. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 4 a 22 en donde la concentración de etileno cargada a la zona de reacción de oxidación es menor de 20 mol % de la carga total y/o la concentración de etileno cargada a la segunda zona de reacción es mayor de 50 mol % de la carga total.
- 20 24. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 4 a 23 en donde la concentración de etileno cargada a la segunda zona de reacción es por lo menos 60 mol % de la carga total.
25. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 4 a 24 en donde la segunda zona de reacción es un reactor de lecho fijo o de lecho fluidizado.
26. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3 en donde agua se carga a la segunda zona de reacción en una cantidad en el rango de 1 a 10 mol % de la carga total.
- 25 27. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la reacción de oxidación se lleva a cabo a una temperatura en el rango de 100 a 400° C.
28. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la cantidad total de impurezas inertes presentes en la carga de etileno y/o etano al reactor de oxidación está en el rango de 0 a 3 vol%.
- 30 29. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la cantidad total de impurezas reactivas presentes en la carga de etileno y/o etano al reactor de oxidación está en el rango de 0 a 10 vol%.



