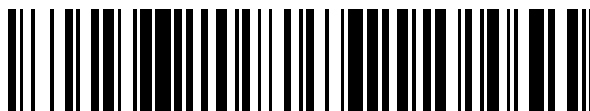


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 504 366**

51 Int. Cl.:

C08G 85/00 (2006.01)
C08F 8/36 (2006.01)
C08F 12/08 (2006.01)
C07C 37/20 (2006.01)
C07C 39/16 (2006.01)
B01J 31/10 (2006.01)
C07B 61/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2004 E 04772590 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014 EP 1672005**

54 Título: **Proceso para producir bisfenol A**

30 Prioridad:

10.09.2003 JP 2003317759

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

08.10.2014

73 Titular/es:

**MITSUI CHEMICALS, INC. (100.0%)
1-5-2, HIGASHI-SHIMBASHI, MINATO-KU
TOKYO 105-7117, JP**

72 Inventor/es:

**TERAJIMA, TAKASHI;
MARUYAMA, YUKO;
TAKAI, TOSHIHIRO y
FUJIWARA, KENJI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 504 366 T3

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

DESCRIPCIÓN

Proceso para producir bisfenol A

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al uso de un catalizador que comprende una resina de intercambio catiónico con un esqueleto polimérico de poliestireno.

10 La presente invención se refiere también a un proceso para producir bisfenol A. Más específicamente, la invención se refiere a un proceso para producir bisfenol A haciendo reaccionar acetona con fenol en presencia de un catalizador de resina de intercambio catiónico.

Antecedentes de la técnica

15 El bisfenol A [2,2-bis(4-hidroxifenil)propano] se produce habitualmente haciendo reaccionar fenol con acetona en presencia de un catalizador ácido homogéneo o ácido sólido. La mezcla de reacción incluye acetona no reaccionada, fenol no reaccionado, agua y otros subproductos formados por la reacción, además del bisfenol A. El componente principal de los subproductos es 2-(2-hidroxifenil)-2-(4-hidroxifenil)propano (al que se hace referencia de aquí en adelante como o,p'-BPA) y, además incluye por ejemplo trisfenol, un compuesto polifenólico, un compuesto de cromano e impurezas coloreadas.

25 Los ejemplos de ácido homogéneo para usar como catalizador incluyen ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. En el caso de que se use el ácido homogéneo, puesto que es posible desarrollar la reacción precipitando cristales de un aducto de fenol con bisfenol A haciéndolos reaccionar a temperaturas bajas, el bisfenol A puede producirse con una alta conversión de acetona y una alta selectividad, disminuyendo la cantidad de subproducto o,p'-BPA como isómero del mismo. Sin embargo, el catalizador ácido homogéneo tal como ácido clorhídrico requiere un proceso para retirar el catalizador de la mezcla de reacción o para neutralizar el catalizador, y por tanto se complica la operación. La disolución homogénea del ácido en la solución de reacción causa adicionalmente la corrosión del aparato o similar usado en la reacción. Por lo tanto, el aparato de reacción debería usar materiales caros y anticorrosivos, siendo por tanto antieconómico.

35 Como catalizador ácido sólido, se usa habitualmente una resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico. La reacción para producir bisfenol A se desarrolla esencialmente solo con un catalizador ácido, pero si se usa dicho catalizador ácido sólido, se involucra el proceso en que la acetona se difunde desde la superficie de las partículas de catalizador a un sitio activo sobre el catalizador y por tanto la velocidad de reacción es baja. Por tanto, existe un procedimiento general usado para mejorar la actividad catalítica y la selectividad que permite que un compuesto que contiene un grupo mercapto coexista en el sistema de reacción (por ejemplo, documentos JP-B nº 45-103371 y 46-19953).

40 Adicionalmente, se propone en el documento JP-A nº 62-178532 usar una resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico en partícula fina o polvo fino que tiene un diámetro eficaz de 0,3 mm o menos para obtener una conversión de reacción suficiente.

45 Se han realizado diversas mejoras en la estructura de un producto de resina, que es el material básico de la resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico. La resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico es una resina obtenida sulfonando un copolímero de estireno-divinilbenceno que se obtiene copolimerizando radicalmente estireno y divinilbenceno. La polimerización de divinilbenceno no solo evita que la cadena de poliestireno se disuelva en un disolvente orgánico, sino que el contenido del mismo es también un factor importante en el control del tamaño de poro, concretamente el tamaño del microporo de gel en la resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico formado capturando un disolvente polar, o de la resistencia mecánica de la resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico.

55 En otras palabras, una resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico con bajo contenido de divinilbenceno tiene una alta actividad catalítica debido al gran microporo de gel, pero la resistencia mecánica es baja. Además, en el caso en que el contenido del mismo sea alto, aumenta la resistencia mecánica, pero disminuye el tamaño del microporo de gel, lo que causa una actividad disminuida. Los documentos JP-A nº 5-97741 y 6-320009 describen un procedimiento que complementa los defectos respectivos rellenando simultáneamente una resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico que tiene un bajo contenido de divinilbenceno y una resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico que tiene un alto contenido de divinilbenceno en un reactor. Adicionalmente, se reseña en el documento WO 00/00454 una mejora de la conversión de la reacción, lo que sugiere una resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico que tiene microporos de gel grandes al usar moléculas grandes tales como divinilbifenilo en lugar de divinilbenceno.

65 La resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico de estos procedimientos descritos anteriormente comprende como material básico poliestireno atáctico que se obtiene polimerizando radicalmente estireno y un

compuesto aromático polivinílico tal como divinilbenceno. Puesto que el poliestireno atáctico es una resina amorfa que no tiene un punto de fusión nítido, la resina de intercambio iónico disponible comercialmente que comprende poliestireno atáctico que tiene un grupo sulfona introducido en el mismo tiene margen para la mejora de la resistencia térmica y es por tanto conocido por generar un efluente cuando se usa en condiciones de calentamiento de 80 °C o más. Por tanto, esto causa problemas como el la degradación de la resistencia mecánica, la disminución de la actividad debido a la obstrucción de los microporos de gel y la degradación durante un periodo prolongado, y existe así un obstáculo en el uso del mismo a altas temperaturas.

Para superar dichos problemas, se ha usado un procedimiento que aumenta el grado de reticulación y mejora la resistencia térmica en una cadena polimérica atáctica. Puesto que la difusión en las partículas de resina de intercambio iónico se reduce extremadamente a medida que aumenta el grado de reticulación, se forma un gran orificio, al que se hace referencia como "macroporo" en las partículas, mediante un tratamiento físico para mejorar la difusión en las partículas.

Sin embargo, en el caso en que una resina de intercambio iónico que tiene este macroporo absorba una molécula que tiene una alta polaridad, tal como agua, la estructura reticulada tiende a inhibir el abultamiento de las partículas causado por el hinchamiento, que eventualmente colapsan cuando no pueden soportar el hinchamiento. Por lo tanto, se demanda el desarrollo de una resina de intercambio iónico termorresistente que pueda tratarse con un disolvente acuoso.

Se describe en la patente de EE.UU. nº 3.342.755 que un halógeno sustituye al hidrógeno en el carbono terciario adyacente al anillo de benceno del resto de estireno para superar el problema anteriormente descrito. Sin embargo, la sustitución de hidrógeno por halógeno conduce a la elución de cloro de la resina, y por tanto aparece un nuevo problema de incorporación de halógeno a la mezcla de reacción.

Adicionalmente, es conocida como resina de intercambio iónico altamente termorresistente una resina basada en ácido perfluorosulfónico tal como nafión, en que la cantidad máxima de ácido es de aproximadamente 1,0 miliequivalentes/g. Puesto que el esqueleto polimérico se forma mediante la copolimerización de tetrafluoroetileno y un derivado de alcohol trifluorovinílico, la introducción superior a una cantidad dada de derivado de alcohol trifluorovinílico es problemática en términos de las tecnologías de polimerización, lo que significa que es imposible aumentar la cantidad de ácido.

Adicionalmente, se describe, por ejemplo, en los respectivos artículos de *Polymer Preprints*, vol. 34, pág. 852 (1993), *Macromolecules*, vol. 27, p. 287 (1994) y *Polymer International*, vol. 50, p. 421 (2001), un proceso para sintetizar un polímero cristalino que contiene un grupo sulfona, en que se introduce un grupo sulfona en poliestireno sindiotáctico y entonces se cristaliza. Se cree que es necesario suprimir notablemente la cantidad de grupos funcionales ácidos para introducir para cristalizar el poliestireno sindiotáctico sulfonado después. Por lo tanto, en este ejemplo, la cantidad máxima de ácido es solo de 1,0 miliequivalentes/g, siendo por tanto inadecuado para un uso catalizador práctico.

Como tal, no se ha ejemplificado ningún producto de resina de intercambio iónico que tenga termorresistencia y una alta cantidad de ácido y que pueda usarse como catalizador. Si puede desarrollarse una resina de intercambio iónico que tenga termorresistencia y un alto contenido de ácido, la resina de intercambio iónico puede usarse como catalizador sólido a alta temperatura en la reacción que usa una resina de intercambio iónico convencional a baja temperatura o usa un ácido mineral como catalizador, por ejemplo, la hidratación de isobuteno y propileno, la síntesis de bisfenol A a partir de fenol y acetona, la síntesis de metilendianilina a partir de anilina y formaldehído y similares, siendo por tanto un catalizador extremadamente útil en la industria.

[Documento de patente 2] JP-A nº 2004-55165

El documento EP-A-1 222.960 se refiere a un catalizador de alta productividad de bisfenol A que comprende esferas de resina de intercambio catiónico fuertemente ácida producida a partir de un copolímero de poliestireno/divinilbenceno (PS/DVB) sulfonado en condiciones que introducen reticulación sulfónica, concretamente, una resina de intercambio iónico reticulada sulfonada, que comprende unidades monoméricas polimerizadas de (a) 0,1-10 % en peso de uno o más monómeros polivinilaromáticos y (b) 90-99,9 % en peso de uno o más monómeros vinilaromáticos monoinsaturados; en el que el catalizador contiene 0,1-1,0 mmol de grupos sulfona por g de catalizador seco, y tiene una capacidad ácida de 4,0-6,0 mmol de grupos ácido sulfónico por g de catalizador seco.

El documento EP-A-1.179.550 da a conocer un polielectrolito económico y estable a largo plazo que comprende al menos un polímero estirénico que tiene configuración sindiotáctica y exhibe capacidad de intercambio iónico, así como una membrana polielectrolítica producida conformando el polielectrolito en una película, y una célula de combustible que usa la membrana polielectrolítica.

Divulgación de la invención

Problemas para resolver por la invención

La presente invención implica el uso de un catalizador de resina de intercambio catiónico que comprende una resina de intercambio catiónico de poliestireno que tiene una excelente termorresistencia y una cantidad suficiente de ácido, y proporciona un proceso para producir bisfenol A haciendo reaccionar fenol con acetona, en el que se usa una resina de intercambio catiónico de alta termorresistencia como catalizador para resolver los problemas anteriormente descritos, la reacción se efectúa a altas temperaturas manteniendo una alta selectividad y, como resultado, se obtiene una alta productividad.

Medios para resolver los problemas

Los presentes inventores han realizado extensos estudios para resolver los problemas y, como resultado, han encontrado que usando una resina de intercambio catiónico, que puede obtenerse introduciendo un grupo funcional ácido en un polímero cristalino, como catalizador puede efectuarse una reacción a temperaturas mayores sin degradar la actividad, selectividad y durabilidad, y así puede obtenerse bisfenol A con alta productividad. Por tanto, la presente invención proporciona el uso de un catalizador de resina de intercambio catiónico que comprende un polímero de poliestireno que tiene:

- (i) una sindiotacticidad, en términos de la díada racémica, de 70 % o más,
 - (ii) una cristalinidad de 5 % o más, y
 - (iii) un grupo de intercambio catiónico ácido introducido en una cantidad de 1,1 meq/g o más;
- en la reacción de fenol con acetona, produciendo bisfenol A.

También se proporciona un proceso para producir bisfenol A haciendo reaccionar fenol con acetona, en el que se usa como catalizador un catalizador de resina de intercambio catiónico que comprende un polímero de poliestireno que tiene:

- (i) una sindiotacticidad, en términos de la díada racémica, de 70 % o más,
- (ii) una cristalinidad de 5 % o más,
- (iii) un grupo de intercambio catiónico ácido introducido en una cantidad de 1,1 meq/g o más.

Son realizaciones preferidas de la invención las descritas en la siguiente descripción y/o definidas en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

Efectos de la invención

Según la presente invención, se usa un catalizador de resina de intercambio catiónico que tiene una alta cantidad de ácido y una excelente actividad y que puede usarse a alta temperatura, y

según el proceso de la invención, puede producirse bisfenol A con alto rendimiento y selectividad, y el bisfenol A puede producirse con aspectos de seguridad, procesabilidad y económicos notablemente excelentes.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

El catalizador de resina de intercambio catiónico usado en la presente invención se produce sometiendo el polímero estirénico a un tratamiento químico para la introducción de un grupo funcional ácido.

El polímero estirénico incluye poliestirenos sustituidos en α o β tales como poliestireno y poli(α -metilestireno) y poliestirenos fenilsustituidos tales como poli(p -metilestireno). Entre estos, se prefiere el poliestireno no sustituido.

Por ejemplo, el poliestireno sindiotáctico en que los grupos fenilo, que son la cadena lateral con respecto a la cadena principal formada por un enlace de carbono-carbono de los poliestirenos obtenidos mediante la copolimerización de un monómero estirénico solo o la copolimerización de un monómero estirénico y un compuesto aromático polivinílico, se localizan alternadamente en la dirección opuesta, y el poliestireno isotáctico en que los grupos fenilo se localizan en la misma dirección, son preferibles desde el punto de vista de que tienen cristalinidad, y los poliestirenos sindiotácticos son más preferibles desde el punto de vista de que cristalizan rápidamente.

El poliestireno sindiotáctico puede ser uno comercialmente disponible o puede ser un polímero obtenido mediante la polimerización de un monómero estirénico solo o un polímero obtenido mediante la copolimerización de un monómero estirénico y un monómero aromático polivinílico. El procedimiento de polimerización no está particularmente limitado, pero en cualquiera caso de uso de un polímero obtenido mediante la polimerización de un monómero estirénico solo o usando un polímero obtenido mediante la copolimerización de un monómero estirénico y un monómero aromático polivinílico, puede obtenerse un polímero que tiene alta estereorregularidad usando el procedimiento como se da a conocer, por ejemplo, en los documentos, JP-A nº 8-151492, JP-A nº 8-151414, JP-A nº 8-143729, JP-A nº 8-134122, JP-B nº 7-77790, JP-B nº 7-57767 y JP-B nº 7-55994, o similares.

La tacticidad que indica la estereorregularidad del poliestireno sindiotáctico puede medirse mediante un procedimiento de RMN-¹³C y puede representarse por las relaciones de existencia de unidades constitutivas consecutivas plurales, por ejemplo una díada en el caso en que existan dos unidades constitutivas, una tríada en el

caso de que existan tres unidades constitutivas y una p ntada en el caso de que existan cinco unidades constitutivas, y en términos de la díada racémica la relación es de 70 % o más y preferiblemente de 75 % o más.

5 Otros polímeros con estereoestructuras tales los isotácticos pueden mezclarse con el poliestireno sindiotáctico a condición de que no afecten adversamente al alcance de la invención.

10 El polímero usado en la invención puede tener una estructura reticulada. Estructura reticulada significa una estructura tal que la cadena principal o cadena lateral de una molécula polimérica est  ligada con la cadena principal o cadena lateral de otra molécula polimérica por una estructura reticulante mediante cualquier clase de procedimiento para introducir la estructura reticulada. Por ejemplo, si se copolimerizan estireno que tiene un grupo vinilo y divinilbenceno que es un polivinilo aromático, puede generarse una cadena principal del polímero, así como puede introducirse una estructura reticulada. Adicionalmente, puede reticularse después un polímero que no tiene estructura reticulada mediante el procedimiento dado a conocer en el documento JP-A n  2002-363116.

15 En el caso de usar un polímero obtenido mediante la copolimerización de un monómero estirénico y un monómero aromático polivinílico, el grado de reticulación, que se representa por ejemplo por el (peso de monómero aromático polivinílico/peso de monómeros totales) es de 0,01 a 20 % (inclusive), preferiblemente de 0,1 a 15 % (inclusive) y con particular preferencia de 0,1 a 10 % (inclusive).

20 Se suprime la elución de la resina de intercambio iónico así obtenida, y se potencia su resistencia física, manteniendo la difusibilidad del material en la resina de intercambio iónico. Como resultado, es posible mantener su actividad catalítica durante un periodo prolongado.

25 El monómero estirénico usado incluye estireno y estireno sustituido tal como α -metilestireno, viniltolueno, vinilxileno, etilvinilbenceno, vinilnaftaleno, vinilbifenilo y metilvinilbifenilo, y se prefiere el estireno.

30 El monómero aromático polivinílico incluye, por ejemplo, divinilbenceno, diviniltolueno, divinilclorobenceno, ftalato de dialilo, divinilnaftaleno, divinilxileno, diviniletilbenceno, trivinilnaftaleno, polivinilantraceno, divinilfenantreno, divinilbifenildivinilterfenilo y divinildifenilmetano, y se prefiere divinilbenceno.

El monómero estirénico y el monómero aromático polivinílico pueden usarse en cualquier combinación, pero para efectuar suficientemente la reticulación, es importante ajustar la reactividad de las reacciones de polimerización con una combinación de grupos vinilo, como en estireno y divinilbenceno.

35 La invención se caracteriza porque el polímero se cristaliza en primer lugar por tratamiento térmico u otros procedimientos, y se introduce después un grupo funcional ácido en el mismo desde la superficie exterior de la partícula polimérica. Con este procedimiento, puede introducirse el grupo funcional ácido en cualquier proporción sin afectar adversamente a la cristalinidad de toda la partícula.

40 En otras palabras, si la operación se efectúa suficientemente durante el proceso de cristalización, puede obtenerse un polímero que tiene alta cristalinidad, y con una operación sencilla y fácil, puede obtenerse un polímero que tiene baja cristalinidad. Adicionalmente, incluso cuando se introduce un grupo funcional ácido en estos polímeros, la cantidad de grupo funcional ácido para introducir puede controlarse mediante la selección de las condiciones de reacción y la clase de reactivos electrófilos. Como tales, la cristalinidad y la cantidad de grupo funcional ácido pueden tener cualquier valor.

50 El procedimiento de cristalización de un polímero no está particularmente limitado y emplea un procedimiento bien conocido, pero es conveniente un procedimiento para efectuar el tratamiento térmico de un polímero cristalino, que es preferible. Para el tratamiento térmico, puede hacerse mención, por ejemplo, a un procedimiento de calentamiento de un polímero a su punto de fusión o más y enfriamiento posterior del polímero, a un procedimiento de calentamiento de un polímero a su punto de fusión o menos, mantenimiento del polímero a esa temperatura y enfriamiento después del polímero, a un procedimiento de disolución o dispersión de un polímero en un disolvente, calentamiento del polímero y enfriamiento después del polímero y similares, pudiendo usarse cualquiera de dichos procedimientos. Para potenciar la termorresistencia de la resina de intercambio iónico obtenida, la cristalinidad determinada por un proceso de rayos X es de 5 % o más, preferiblemente de 5 a 50 % (inclusive), y más preferiblemente de 10 a 50 % (inclusive). El proceso de rayos X para la determinación de la cristalinidad de un polímero es un proceso generalmente conocido y se describe, por ejemplo, en "Kobunshi Jikkengaku, vol. 17, Solid Structure of Polymer II, pág. 313, Kyoritsu Shuppan (1984)".

60 Según la invención los grupos funcionales ácidos para introducir en el polímero incluyen, por ejemplo, un grupo carboxilo y un grupo ácido sulfónico, entre los cuales el grupo ácido sulfónico es preferible debido, por ejemplo, a su resistencia suficiente como catalizador ácido y fácil introducción por una reacción electrófila.

65 Puede usarse un procedimiento bien conocido para la introducción de un grupo ácido sulfónico, y el procedimiento incluye, por ejemplo, un procedimiento en el que se añade una cantidad predeterminada de un reactivo tal como ácido sulfúrico, ácido acetilsulf rico, ácido sulfúrico fumante y ácido clorosulf rico para sulfonación en fase líquida en

presencia de un agente de hinchamiento o un disolvente, y un procedimiento en el que se pone en contacto un agente sulfonante tal como trióxido de azufre con un polímero en fase gaseosa para sulfonación. Desde el punto de vista de la velocidad de sulfonación, se prefiere un procedimiento para sulfonación en fase líquida.

- 5 El disolvente o agente de hinchamiento usado en la sulfonación en fase líquida no está particularmente limitado, a condición de que no reaccione con un reactivo sulfonante, pero aquellos que tienen una solubilidad demasiado alta en un polímero de poliestireno podrían afectar adversamente a la cristalinidad del polímero. Además, cuando la afinidad por el polímero de poliestireno es demasiado baja, la sulfonación puede no desarrollarse suficientemente. El agente de hinchamiento o disolvente puede elegirse adecuadamente con consideración de estos puntos, pero en el caso de usar poliestireno como polímero de poliestireno, es preferible usar un disolvente de alta polaridad tal como nitrobenzono, ácido acético glacial, 1,4-dioxano y éter de petróleo, porque la sulfonación se desarrolla desde la superficie de las partículas poliméricas.

- 15 Para obtener una función suficiente como catalizador, la cantidad de ácido de la resina de intercambio iónico después de la introducción de un grupo funcional ácido es de 1,1 miliequivalentes/g o más. Adicionalmente, la cantidad de ácido de la resina de intercambio iónico puede determinarse agitando 0,2 g de una resina seca de tipo protónico en 100 ml de una solución acuosa de NaCl al 10 % durante 1 hora y retrotitulando toda la cantidad de filtrado con una solución acuosa de NaOH 0,05 N.

- 20 Como resina de intercambio iónico obtenida en la invención, puede obtenerse una resina de intercambio iónico que genera una menor cantidad de eluido, en comparación con una convencional en el uso de condiciones de calentamiento. Por ejemplo, cuando se agitan 50 g de agua y 2 de resina de intercambio iónico a 130 °C durante 18 horas, la elución de los componentes ácidos en agua es preferiblemente de 1,5 % o menos, y más preferiblemente de 1,1 % o menos.

- 25 Las formas de dicha resina de intercambio iónico se definen en las etapas de poliestireno obtenido en la polimerización. En otras palabras, si el grupo funcional ácido se introduce en forma de polvo obtenido en la polimerización, puede obtenerse una resina de intercambio iónico en forma de polvo. Por otro lado, en las etapas de poliestireno puede formarse una partícula o lámina mediante un procedimiento bien conocido o puede obtenerse una forma fibrosa después de hilar, y si se introduce un grupo funcional ácido en el producto formado como materia prima, puede obtenerse una resina de intercambio iónico que mantiene la forma del poliestireno. Como forma de poliestireno, se prefiere una forma de polvo o partícula grande que tenga un área superficial específica grande desde los puntos de vista de una fácil introducción del grupo funcional ácido y una excelente actividad catalítica.

- 35 La reacción para producir bisfenol A se desarrolla esencialmente con un catalizador ácido solo, pero puede adoptarse típicamente un procedimiento para mejorar la actividad catalítica y selectividad permitiendo coexistir con el mismo un compuesto que contiene un grupo mercapto como cocatalizador. También, en la invención es preferible permitir que coexista un compuesto que contiene un grupo mercapto. Los ejemplos de dichos procedimientos incluyen un procedimiento en el que se mezcla una pequeña cantidad de compuesto que contiene un grupo mercapto tal como alquilmercaptano con una mezcla de fenol y acetona que son las materias primas, y se usa la mezcla resultante; y un procedimiento en el que se une un compuesto que contiene un grupo mercapto a un grupo funcional ácido de una resina de intercambio catiónico, y puede usarse cualquiera de dichos procedimientos.

- 45 El compuesto que contiene un grupo mercapto para mezclarse con la mezcla de fenol y acetona no está particularmente limitado en su estructura, a condición de que contenga un grupo mercapto en su molécula, e incluye por ejemplo grupos mercaptoalquilo tales como un grupo mercaptometilo, un grupo 2-mercaptoetilo y un grupo 3-mercapto-n-propilo, grupos hidrocarburos alicíclicos tales como un grupo 4-mercaptociclohexilo y un grupo 4-mercaptometilciclohexilo, y grupos mercaptoaromáticos tales como un grupo p-mercaptofenilo y un grupo p-mercaptometilfenilo. Adicionalmente, estos grupos hidrocarburos aromáticos, alifáticos o alicíclicos pueden ser grupos hidrocarburos que tienen un sustituyente tal como un átomo de halógeno, un grupo alcoxilo, un grupo nitro y un grupo hidroxilo, además del grupo mercapto. La cantidad de este compuesto que contiene un grupo mercapto para añadir a la mezcla de fenol y acetona está preferiblemente en el intervalo de 100 ppm en peso a 5 % en peso. Mediante esto, es posible exhibir el efecto cocatalizador en una extensión máxima con una pequeña cantidad de cocatalizador.

- 55 El compuesto que contiene un grupo mercapto para unirse a una parte del grupo funcional ácido de la resina de intercambio catiónico no está particularmente limitado, sino que el compuesto puede ser cualquiera que forme un enlace iónico con el grupo funcional ácido de la resina de intercambio catiónico. Este compuesto incluye mercaptoalquilaminas tales como 2-mercaptoetilamina (cisteamina), 3-mercaptopropilamina y *N,N*-dimetil-3-mercaptopropilamina, mercaptoalquilpiridinas tales como 3-mercaptometilpiridina, 3-mercaptoetilpiridina y 4-mercaptoetilpiridina; y tiazolidinas tales como tiazolidina, 2,2-dimetiltiazolidina, 2-metil-2-feniltiazolidina y 3-metiltiazolidina. La relación de grupo funcional ácido para unirse al compuesto que contiene un grupo mercapto es de 2 a 50 %, y preferiblemente de 5 a 30 %, de los grupos ácido sulfónico totales de la resina de intercambio catiónico de tipo ácido sulfónico. Mediante esto, es posible exhibir el efecto cocatalizador en una extensión máxima sin causar la disminución de la actividad debida a la disminución de la cantidad de ácido. Para el procedimiento en el que se une un compuesto que contiene un grupo mercapto a una resina de intercambio catiónico, puede usarse un

procedimiento conocido convencionalmente como se da a conocer, por ejemplo, en el documento JP-B nº 46-19953.

5 En la invención, como fenol para usar como materia prima para producir bisfenol A, puede usarse un fenol industrial generalmente disponible. El fenol industrial incluye el preparado mediante el procedimiento de cumeno, el procedimiento de oxidación de tolueno o similar, pudiendo usarse cualquiera de los mismos. Generalmente, está comercialmente disponible fenol con una pureza de 98 % o más. Dicho fenol industrial puede usarse como tal en la reacción de síntesis de bisfenol A, pero preferiblemente se usa fenol que se trata preliminarmente con una resina de intercambio catiónico de tipo ácido fuerte en un modo continuo o por lotes, antes de llevar a cabo la reacción a una temperatura de tratamiento de 50 a 120 °C durante un tiempo de contacto de 5 minutos a 10 horas. Aún más
10 preferiblemente, el obtenido mediante el proceso en el que el fenol industrial se pone en contacto con una resina de intercambio catiónico de tipo ácido fuerte como se describe anteriormente y se somete entonces a un tratamiento de destilación en condiciones de presión normal a presión reducida de 1,33 kPa, a una temperatura de 70 a 200 °C.

15 La acetona usada en la invención no está particularmente limitada, pero puede ser una acetona industrial comercialmente disponible. Generalmente, está disponible acetona que tiene una pureza de 99 % o más.

20 Las cantidades (relaciones cuantitativas) para usar de fenol y acetona, usados como materia prima, no están particularmente limitadas, pero la relación molar de fenol/acetona se recomienda preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 100, y más preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 50. Si la cantidad de fenol es demasiado baja, es difícil conseguir una alta conversión de acetona como materia prima, si la cantidad de fenol es demasiado grande, el reactor se vuelve irrazonablemente grande debido a que se usa fenol en una cantidad mayor que la requerida, y además, se requiere también una circulación masiva de fenol, aunque puede conseguirse una alta conversión de acetona. Por tanto, no puede conseguirse una producción eficaz.

25 En la invención, la temperatura de reacción no está particularmente limitada, pero está preferiblemente en el intervalo de 0 a 300 °C, y más preferiblemente en el intervalo de 30 a 200 °C. Si la temperatura de reacción es extremadamente baja, la velocidad de reacción disminuye y por tanto disminuye también la productividad del producto de reacción. Por otro lado, si la temperatura de reacción es extremadamente alta, se desarrolla una reacción secundaria indeseable o similar, conduciendo por tanto a un aumento de la cantidad de subproductos y a la
30 disminución de la estabilidad de fenol y acetona como materia prima, y adicionalmente de bisfenol A como producto, y de la selectividad de la reacción. Por lo tanto, no es económico.

35 La reacción puede llevarse a cabo a cualquier presión reducida, presión aplicada y presión normal. Desde el punto de vista de la eficacia de reacción (eficacia de reacción por unidad de volumen), es preferible no llevar a cabo la reacción a presión demasiado baja. Habitualmente, la presión para llevar a cabo la reacción está preferiblemente en el intervalo de 10,13 a 20265 kPa y más preferiblemente en el intervalo de 50,7 a 10133 kPa. Por supuesto, la invención no está limitada a dichos intervalos de presión.

40 Además, cuando se lleva a cabo la invención, la cantidad de catalizador para usar no está particularmente limitada pero, por ejemplo, cuando se lleva a cabo la reacción en modo por lotes, se recomienda llevar a cabo la invención de tal modo que la cantidad de catalizador esté preferiblemente en el intervalo de 0,001 a 200 % en peso, y más preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 50 % en peso, con respecto al fenol como materia prima.

45 Cuando se lleva a cabo la invención, es posible añadir un disolvente o gas que es inerte frente al catalizador y reactivo de reacción en el sistema de reacción, que puede usarse en estado diluido. Específicamente, pueden usarse como diluyente hidrocarburos alifáticos tales como metano, etano, propano, butano, hexano y ciclohexano, y un gas inerte tal como nitrógeno, argón y helio, y si es necesario, hidrógeno.

50 Cuando se lleva a cabo la invención, el procedimiento puede llevarse a cabo en cualquiera de un sistema de flujo por lotes, semicontinuo o continuo. Puede llevarse a cabo en cualquiera de fase líquida, fase gaseosa o fase mixta gas-líquido. Preferiblemente, desde el punto de vista de la eficacia de reacción, se recomienda llevar a cabo la reacción en fase líquida. Como modo para cargar un catalizador, pueden emplearse diversas clases de modos que usan, por ejemplo, un lecho fijo, un lecho fluidizado, un lecho suspendido y un lecho fijado a placa, pudiendo usarse cualquiera de los mismos.

55 El tiempo de reacción (tiempo de retención o tiempo de contacto catalítico en el sistema de flujo) no está particularmente limitado, pero es habitualmente de 0,1 s a 30 h, y preferiblemente de 0,5 s a 15 h. Después de la reacción, puede separarse y recuperarse el producto de reacción de los catalizadores o similares mediante un procedimiento de separación tal como filtración, extracción y destilación. El bisfenol A como producto diana puede separarse, purificarse y obtenerse a partir de la mezcla de reacción separada y recuperada efectuando un
60 tratamiento secuencial de, por ejemplo, extracción con disolvente, destilación, tratamiento alcalino y tratamiento ácido, o un procedimiento de separación y purificación ordinario que los combine adecuadamente. Además, las materias primas no reaccionadas pueden recuperarse y reciclarse al sistema de reacción para uso.

65 En el caso de una reacción por lotes, el catalizador que se separa y recupera del producto de reacción después de la reacción puede usarse como tal, o regenerarse parcial o totalmente para usarse repetidamente para la reacción.

En el caso de llevar a cabo la reacción en un sistema de flujo de lecho fijo o lecho fluidificado, si el catalizador se proporciona para la reacción y se inactiva o degrada así una parte o todo el catalizador por la actividad, se interrumpe la reacción y después de ello el catalizador puede regenerarse y proporcionarse entonces a la reacción.

5 Como alternativa, puede extraerse una parte del catalizador de forma continua o intermitente y regenerarse, y reciclarse entonces al reactor para reutilización. Adicionalmente, puede suministrarse intermitentemente un catalizador reciente al reactor. Cuando se lleva a cabo la reacción en un sistema de flujo de lecho móvil, el catalizador puede separarse, recuperarse y, si es necesario, regenerarse, como en la reacción por lotes.

Ejemplos

10 De aquí en adelante en la presente memoria, la presente invención se describirá con más detalle con referencia a los ejemplos. Sin embargo, la invención no se pretende que esté limitada a los ejemplos.

Ejemplo de síntesis 1

15 (1) Síntesis de polímero estirénico

Se cargaron e hicieron reaccionar 180 ml de tolueno, 45 ml de estireno, 24 ml de una solución de metilaluminoxano/tolueno al 10 % y 3,6 ml de una solución de tricloruro de ciclopentadieniltitanio/tolueno al 0,5 % a 20 50 °C durante 2 horas en atmósfera de nitrógeno. Después de ello, se lavó y secó el polímero recuperado. Mediante medida por RMN-¹³C del polímero obtenido, se confirmó que este polímero era poliestireno sindiotáctico. Adicionalmente, pudieron encontrarse picos de T_c (cristalización) a 222 °C por medida de DSC de 5 mg de este polímero a 10 °C/min.

25 (2) Tratamiento térmico de polímero estirénico

Se mantuvo el polímero estirénico suficientemente secado a 200 °C durante 4 horas en atmósfera de nitrógeno y se enfrió entonces lentamente en atmósfera de nitrógeno.

30 (3) Sulfonación de polímero estirénico

Se cargaron e hicieron reaccionar 130 g de nitrobenzono, 10 g de polímero estirénico que se había termotratado en (2) y 50 g de ácido sulfúrico a 80 °C durante 3 horas. Después de la reacción, se separó la fracción de resina por filtración, se lavó suficientemente con agua de intercambio iónico y se secó adicionalmente a presión reducida a 80 35 °C durante 24 horas, obteniéndose una resina de intercambio catiónico 1. La cantidad de ácido de la resina de intercambio catiónico 1 obtenida era de 1,1 miliequivalentes/g. Adicionalmente, se encontraron picos de 2θ a 6,7, 11,7, 13,5 y 20,4° por medida de XRD de esta resina de intercambio catiónico 1 con radiación CuKα. La cristalinidad era del 21 %.

Ejemplo de síntesis 2

Se cargaron e hicieron reaccionar 130 g de nitrobenzono, 10 g de polímero estirénico que se había termotratado en (2) del ejemplo 1 y 50 g de ácido sulfúrico a 80 °C durante 6 horas. Después de la reacción, se separó la fracción de resina por filtración, se lavó suficientemente con agua de intercambio iónico y se secó adicionalmente a presión 45 reducida a 80 °C durante 24 horas, obteniéndose una resina de intercambio catiónico 2. La cantidad de ácido de la resina de intercambio catiónico 2 obtenida era de 1,7 miliequivalentes/g. Adicionalmente, se encontraron picos de 2θ a 6,7, 11,7, 13,5 y 20,4° por medida de XRD de esta resina de intercambio catiónico 2 con radiación CuKα. La cristalinidad era del 14,9 %.

Ejemplo de síntesis 3

Se efectuó el procedimiento en las mismas condiciones que el ejemplo de síntesis 1, excepto porque se usó una combinación de 45 ml de estireno y 0,7 ml de divinilbenzono al 80 % en lugar de 45 ml de estireno, obteniéndose la resina de intercambio catiónico 3. Mediante medida de RMN-¹³C del polímero estirénico antes del tratamiento 55 térmico, se confirmó que este polímero era poliestireno sindiotáctico. Adicionalmente, se encontraron picos de T_c (cristalización) a 217 °C por medida de DSC de 5 mg del polímero estirénico antes del tratamiento térmico a 10 °C/min. La cantidad de ácido de la resina de intercambio catiónico 3 era de 3,7 miliequivalentes/g. Adicionalmente, se encontraron picos de 2θ a 6,7, 11,7, 13,5 y 20,4 ° por medida de XRD de esta resina de intercambio catiónico 3 con radiación CuKα. La cristalinidad era del 10,5 %

Ejemplo de síntesis comparativo 1

(1) Sulfonación de polímero estirénico

65 Se cargaron e hicieron reaccionar 130 g de nitrobenzono, 10 g de polímero estirénico que se había obtenido en (1)

del ejemplo 1 y 50 g de ácido sulfúrico a 80 °C durante 3 horas. Después de la reacción, se separó la fracción de resina por filtración, se lavó suficientemente con agua de intercambio iónico y se secó adicionalmente a presión reducida a 80 °C durante 24 horas, obteniéndose una resina de intercambio catiónico 4. La cantidad de ácido medida era de 1,1 miliequivalentes/g.

5

(2) Tratamiento térmico de la resina de intercambio catiónico 4

Se mantuvo la resina de intercambio catiónico 4 suficientemente secada a 200 °C durante 4 horas en atmósfera de nitrógeno y se enfrió entonces lentamente en atmósfera de nitrógeno. No se observó un pico claro tras la medida de XRD de esta resina de intercambio catiónico 4 termotratada con radiación CuK α .

10

Ejemplo de síntesis comparativo 2

Se efectuó el tratamiento térmico de la misma manera que en (2) del ejemplo de síntesis 1, excepto por que se usó Amberlyst 31, que se había lavado y secado suficientemente, en lugar del polímero estirénico. No se observó un pico claro tras la medida de XRD del mismo con radiación CuK α .

15

Ensayo de resistencia térmica

(A) Se cargaron en un reactor resistente a la presión de 70 ml 50 g de agua destilada y 2 g de resina de intercambio catiónico 1 producida en el ejemplo de síntesis 1, se pusieron a una presión de gas nitrógeno de 5 kg/cm² de presión manométrica dentro del reactor y se calentaron entonces con agitación a 130 °C durante 18 horas. Después de ello, se enfrió el resultado a temperatura ambiente. Después de la descarga de presión, se tomaron todos los contenidos y se separaron por filtración con un filtro de membrana que tenía un diámetro de poro de 0,1 μ m. Se midieron entonces las cantidades de ácidos de filtrado y residuo, respectivamente. Como resultado, se detectó aproximadamente un 1,1 % de la cantidad de ácido para añadir en el filtrado, y se detectaron las cantidades restantes en el residuo.

20

25

(B) Se efectuó el mismo procedimiento que en (A), excepto porque se usó la resina de intercambio catiónico 2 producida en el ejemplo de síntesis 2 en lugar de la resina de intercambio catiónico 1. Como resultado, se detectó aproximadamente un 1,0 % de la cantidad de ácido para añadir en el filtrado, y se detectaron las cantidades restantes en el residuo.

30

(C) Se efectuó el mismo procedimiento que en (A), excepto porque se usó la resina de intercambio catiónico 3 producida en el ejemplo de síntesis 3 en lugar de la resina de intercambio catiónico 1. Como resultado, se detectó aproximadamente un 0,7 % de la cantidad de ácido para añadir en el filtrado, y se detectaron las cantidades restantes en el residuo.

35

(D) Se efectuó el mismo procedimiento que en (A), excepto porque se usó la resina de intercambio catiónico 4 producida en el ejemplo de síntesis comparativo 1 en lugar de la resina de intercambio catiónico 1. Como resultado, se detectó aproximadamente un 3,0 % de la cantidad de ácido para añadir en el filtrado, y se detectaron las cantidades restantes en el residuo.

40

(E) Se efectuó el mismo procedimiento que en (A), excepto porque se usó Amberlyst 31, que se había lavado y secado suficientemente, en lugar de la resina de intercambio catiónico 1. Como resultado, se detectó aproximadamente un 2,0 % de la cantidad de ácido para añadir en el filtrado, y se detectaron las cantidades restantes en el residuo.

45

Ejemplo de síntesis 4

50

Modificación de la resina de intercambio catiónico

Se dispersaron 5 g de la resina de intercambio catiónico 3 obtenida en el ejemplo de síntesis 3 en 100 ml de agua de intercambio iónico y se añadió gota a gota una cantidad arbitraria de una solución acuosa de clorhidrato de aminoetanotiol al 0,85 % con agitación durante 1 hora. Después de ello, se agitó el resultado a temperatura ambiente durante 5 horas y se separó entonces la fracción de resina por filtración, se lavó suficientemente con agua de intercambio iónico y se secó adicionalmente a presión reducida a 80 °C durante 24 horas, obteniéndose una resina de intercambio catiónico modificada A. (Aquí, la resina de intercambio catiónico modificada A era una resina de intercambio catiónico modificada en que un 35 % de los grupos ácido sulfónico estaban unidos a aminoetanotiol).

55

60

Ejemplo 1

Se cargaron en un reactor resistente a la presión de 70 ml 1,59 g de acetona, 28,41 g de fenol y 0,75 g de la resina de intercambio catiónico A producida en el ejemplo de síntesis 4, se pusieron a presión de gas nitrógeno a 5 kg/cm² de presión manométrica dentro del reactor y se calentaron entonces con agitación a 75 °C durante 2 horas. Después de terminar la reacción, se enfrió el resultado a temperatura ambiente. Después de la descarga de presión, se

65

extrajo la solución de reacción y se sometió a análisis cuantitativo mediante cromatografía líquida. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo 2

5 Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, excepto porque la cantidad de fenol para cargar se cambió a 20,66 g, y la temperatura de reacción se cambió a 85 °C. Se muestran los resultados en la Tabla 1.

10 Ejemplo 3

Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, excepto porque la cantidad de fenol para cargar se cambió a 12,91 g, y la temperatura de reacción se cambió a 100 °C. Se muestran los resultados en la Tabla 1.

15

Tabla 1

	Cantidad de acetona para cargar (g)	Cantidad de fenol para cargar (g)	Temperatura de reacción (°C)	Conversión de acetona (%)	Selectividad por bisfenol A (%)
Ejemplo 1	1,59	28,41	75	65,2	92,8
Ejemplo 2	1,59	20,66	85	61,5	90,9
Ejemplo 3	1,59	12,91	100	64,4	86,8

Ejemplo comparativo 1

20 Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 1, excepto porque se usó como catalizador Amberlyst 31 modificada obtenida por intercambio catiónico del 35 % de los grupos ácido sulfónico de una Amberlyst 31 comercialmente disponible por aminoetanotiol. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Ejemplo comparativo 2

25 Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 2, excepto porque se usó como catalizador Amberlyst 31 modificada obtenida por intercambio catiónico del 35 % de los grupos ácido sulfónico de una Amberlyst 31 comercialmente disponible por aminoetanotiol. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

30 Ejemplo comparativo 3

Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 3, excepto porque se usó como catalizador Amberlyst 31 modificada obtenida por intercambio catiónico del 35 % de los grupos ácido sulfónico de una Amberlyst 31 comercialmente disponible por aminoetanotiol. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

35

Tabla 2

	Cantidad de acetona para cargar (g)	Cantidad de fenol para cargar (g)	Temperatura de reacción (°C)	Conversión de acetona (%)	Selectividad por bisfenol A (%)
Ejemplo comp. 1	1,59	28,41	75	62,8	91,4
Ejemplo comp. 2	1,59	20,66	85	48,4	88,4
Ejemplo comp. 3	1,59	12,91	100	61,1	81,1

Ejemplo 4

- 5 Se extrajo la resina de intercambio catiónico A modificada que se había usado como catalizador en el ejemplo 3 por filtración después de la reacción, se cargó la materia prima en el mismo de nuevo y se efectuó la reacción en las mismas condiciones. Se muestran los resultados en la Tabla 3.

Ejemplo 5

- 10 Se extrajo la resina de intercambio catiónico A modificada que se había reutilizado una vez como catalizador en el ejemplo 4 por filtración después de la reacción, se cargó la materia prima en el mismo de nuevo y se efectuó la reacción en las mismas condiciones. Se muestran los resultados en la Tabla 3.

Ejemplo 6

- 15 Se extrajo la resina de intercambio catiónico A modificada que se había reutilizado dos veces como catalizador en los ejemplos 4 y 5 por filtración después de la reacción, se cargó la materia prima en el mismo de nuevo y se efectuó la reacción en las mismas condiciones. Se muestran los resultados en la Tabla 3.

20

Tabla 3

	Número de veces de reutilización del catalizador	Cantidad de acetona para cargar (g)	Cantidad de fenol para cargar (g)	Temperatura de reacción (°C)	Conversión de acetona (%)	Selectividad por bisfenol A (%)
Ejemplo 4	1 ^a	1,59	12,91	100	63,5	86,5
Ejemplo 5	2 ^a	1,59	12,91	100	65,0	87,2
Ejemplo 6	3 ^a	1,59	12,91	100	64,0	87,0

Ejemplo comparativo 4

- 25 Se extrajo la Amberlyst 31 modificada que se había usado como catalizador en el ejemplo comparativo 3 mediante filtración después de la reacción, se cargó la materia prima en la misma de nuevo y se efectuó la reacción en las mismas condiciones. Se repitió este procedimiento tres veces. Se muestran los resultados en la Tabla 4.

Ejemplo comparativo 5

- 30 Se extrajo la Amberlyst 31 modificada que se había reutilizado una vez como catalizador en el ejemplo comparativo 4 mediante filtración después de la reacción, se cargó la materia prima en la misma de nuevo y se efectuó la reacción en las mismas condiciones. Se muestran los resultados en la Tabla 4.

Ejemplo comparativo 6

- 35 Se extrajo la Amberlyst 31 modificada que se había reutilizado dos veces como catalizador en los ejemplos comparativos 4 y 5 mediante filtración después de la reacción, se cargó la materia prima en la misma de nuevo y se efectuó la reacción en las mismas condiciones. Se repitió este procedimiento tres veces. Se muestran los resultados en la Tabla 4.

40

Tabla 4

	Número de veces de reutilización del catalizador	Cantidad de acetona para cargar (g)	Cantidad de fenol para cargar (g)	Temperatura de reacción (°C)	Conversión de acetona (%)	Selectividad por bisfenol A (%)
Ejemplo comp. 4	1 ^a	1,59	12,91	100	59,5	80,0
Ejemplo comp. 5	2 ^a	1,59	12,91	100	57,8	80,5
Ejemplo comp. 6	3 ^a	1,59	12,91	100	55,0	79,5

Ejemplo 7

- 5 Se cargaron en un reactor resistente a la presión de 70 ml 1,59 g de acetona, 28,41 g de fenol y 0,75 g de la resina de intercambio catiónico 3 producida en el ejemplo de síntesis 3, se cargó adicionalmente ácido 3-mercaptopropiónico al mismo a una concentración de 3000 ppm, se puso el resultado a presión de gas nitrógeno a 5 kg/cm² de presión manométrica dentro del reactor y se calentaron entonces con agitación a 75 °C durante 2 horas para reacción. Después de terminar la reacción, se enfrió el resultado a temperatura ambiente. Después de la
- 10 descarga de presión, se extrajo la solución de reacción y se sometió a análisis cuantitativo mediante cromatografía líquida. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Ejemplo 8

- 15 Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 7, excepto porque la cantidad de fenol para cargar se cambió a 20,66 g y la temperatura de reacción se cambió a 85 °C. Se muestran los resultados en la Tabla 5.

Tabla 5

	Cantidad de acetona para cargar (g)	Cantidad de fenol para cargar (g)	Temperatura de reacción (°C)	Conversión de acetona (%)	Selectividad por bisfenol A (%)
Ejemplo 7	1,59	28,41	75	81,2	93,9
Ejemplo 8	1,59	20,66	85	79,4	90,5

20

Ejemplo comparativo 7

- Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 7, excepto porque se usó Amberlyst 31 comercialmente disponible como catalizador en lugar de la resina de intercambio catiónico producida en el ejemplo
- 25 de síntesis 1. Se muestran los resultados en la Tabla 6.

Ejemplo comparativo 8

- Se efectuó la reacción en las mismas condiciones que en el ejemplo 8, excepto porque se usó Amberlyst 31 comercialmente disponible como catalizador en lugar de la resina de intercambio catiónico producida en el ejemplo
- 30 de síntesis 1. Se muestran los resultados en la Tabla 6.

Tabla 6

	Cantidad de acetona para cargar (g)	Cantidad de fenol para cargar (g)	Temperatura de reacción (°C)	Conversión de acetona (%)	Selectividad por bisfenol A (%)
Ejemplo comp. 7	1,59	28,41	75	81,0	91,5
Ejemplo comp. 8	1,59	20,66	85	77,9	87,3

35

REIVINDICACIONES

1. El uso de un catalizador de resina de intercambio catiónico que comprende un polímero de poliestireno que tiene
- 5 (i) una sindiotacticidad, en términos de la díada racémica, de 70 % o más,
(ii) una cristalinidad de 5 % o más, y
(iii) un grupo de intercambio catiónico ácido introducido en una cantidad de 1,1 meq/g o más;
en la reacción de fenol con acetona, produciendo bisfenol A.
- 10 2. El uso de la reivindicación 1, en el que el grupo de intercambio catiónico ácido es un grupo ácido sulfónico.
3. El uso de la reivindicación 1 o 2, en el que la sindiotacticidad es de 75 % o más.
4. El uso de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la cristalinidad es de 5-50 % y preferiblemente de
- 15 10-50 %.
5. Un proceso para producir bisfenol A haciendo reaccionar fenol con acetona, en el que se usa como catalizador un catalizador de resina de intercambio catiónico que comprende un polímero de estireno que tiene
- 20 (i) una sindiotacticidad, en términos de la díada racémica, de 70 % o más,
(ii) una cristalinidad de 5 % o más, y
(iii) un grupo de intercambio catiónico ácido introducido en una cantidad de 1,1 meq/g o más.
6. El proceso de la reivindicación 5, en el que el grupo de intercambio catiónico ácido es un grupo ácido sulfónico.
- 25 7. El proceso de la reivindicación 5 o 6, en el que la sindiotacticidad es de 75 % o más.
8. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en el que la cristalinidad es de 5-50 % y preferiblemente de 10-50 %.