



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 115**

51 Int. Cl.:  
**B01J 37/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04725311 .7**

96 Fecha de presentación : **02.04.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1617948**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.01.2006**

54 Título: **Nuevo descubrimiento *in situ* de lechos de catalizador.**

30 Prioridad: **03.04.2003 DE 103 15 215**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.10.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.10.2011**

73 Titular/es: **BASF SE**  
**67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es: **Sachweh, Bernd;**  
**Huber, Günther;**  
**Duda, Mark;**  
**Mattke, Torsten y**  
**Olbert, Gerhard**

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

ES 2 367 115 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

Nuevo recubrimiento *in situ* de lechos de catalizador

5 La invención se refiere a un procedimiento para el recubrimiento de piezas internas en un reactor así como a un uso.

En la técnica de procedimientos químicos se realizan un gran número de reacciones en catálisis heterogénea, en las que el catalizador se encuentra principalmente como sólido, en casos esporádicos también como líquido, y los reactivos y el catalizador son fases en contacto, pero distintas entre sí.

10 En el caso de la catálisis heterogénea, la reacción tiene lugar en la superficie del catalizador. Por tanto en los reactores para la realización de reacciones con catálisis heterogénea se incorporan piezas internas que presentan una superficie específica lo más grande posible con actividad catalítica. Tales piezas internas son por ejemplo lechos de materiales de relleno aleatorios o empaquetamientos ordenados.

15 Los lechos de materiales de relleno están compuestos por materiales de relleno individuales que están configurados como catalizadores completos o como catalizadores soportados. A este respecto, el material de relleno individual está ya compuesto por material catalíticamente activo o se produce mediante recubrimiento de un portador inerte con material catalíticamente activo.

20 Por el contrario, el objetivo de la invención era recubrir piezas internas, que están ya instaladas en reactores para la realización de reacciones con catálisis heterogénea, con material catalíticamente activo o con precursores para la formación de material catalíticamente activo, es decir, posibilitar un recubrimiento *in situ* de piezas internas en un reactor para la realización de reacciones con catálisis heterogénea. El procedimiento posibilitará en particular una regeneración del catalizador desactivado, sin que para ello deba desmontarse el catalizador, y por tanto sin pérdidas por tiempo de parada considerables para el reactor.

25 Por el documento US 5 821 187 se conoce un procedimiento de este tipo, sin que se tomen medidas concretas para su realización.

30 La solución consiste en un procedimiento según la reivindicación 1.

Sorprendentemente se encontró que es posible recubrir piezas internas en un reactor para la realización de reacciones con catálisis heterogénea sin un desmontaje de las mismas, que requiere tiempo y costes, en el propio reactor con material catalíticamente activo o un precursor para la producción de material catalíticamente activo.

35 Para ello debe proporcionarse en primer lugar un aerosol, que contiene como fase dispersa el material catalíticamente activo o un precursor del mismo. Como aerosoles se designan en general sistemas coloidales de gases con partículas líquidas o sólidas pequeñas distribuidas en los mismos con un tamaño de partícula de hasta 10  $\mu\text{m}$ . Como fase dispersa para el aerosol se selecciona el material catalíticamente activo correspondiente para la reacción respectiva, que por regla general se encuentra como sólido. En este caso no se trata por regla general de sustancias puras, ya que la mayoría de los catalizadores técnicos son catalizadores mixtos o de varias sustancias, es decir, además de la sustancia catalíticamente activa contienen también otros aditivos. Tales aditivos pueden ser por ejemplo los denominados promotores, que intensifican la acción catalizadora. Los aditivos pueden impedir también, como los denominados reforzadores estructurales, una sinterización con una reducción relacionada con la misma de la superficie o actuar como aglutinante. También es posible, en lugar de sustancias de acción catalítica, utilizar precursores de las mismas, que no se transforman en la forma catalíticamente activa hasta etapas de procedimiento adicionales.

40 El aerosol puede generarse de manera ventajosa, partiendo del material catalíticamente activo que se encuentra como sólido o un precursor del mismo, que se encuentra como sólido, mediante trituración en seco del mismo, preferiblemente en etapas, y concretamente mediante trituración previa, por ejemplo en un molino de martillos y trituración muy fina en un molino de chorro, dosificación, por ejemplo a través de un dosificador de escobillas, y dispersión del material triturado en un flujo de gas inerte, preferiblemente nitrógeno. La dosificación del material catalíticamente activo en el flujo de gas inerte debe tener lugar preferiblemente de manera que no se supere un límite de carga superior del aerosol con fase dispersa, en el que el aerosol puede transportarse aún de manera neumática.

45 50 55 60 65 Un método de producción adicional utilizado con frecuencia para aerosoles es la pulverización de una fase líquida, que puede contener un sólido en disolución o en suspensión o la pulverización de una emulsión por medio de boquillas. A este respecto se separan las partículas gruesas, es decir con un tamaño de partícula por encima de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ , mediante deposición por inercia y se inyectan las partículas finas en un flujo de gas inerte. El medio de disolución o medio de dispersión líquido se evapora preferiblemente, en particular mediante secado o mediante sobrecalentamiento.

Además pueden utilizarse otros procedimientos para la generación de aerosol, por ejemplo desublimación a partir de la fase gaseosa, síntesis de llama o pulverización por ultrasonidos.

5 Preferiblemente se generan aerosoles con un tamaño de partícula de la fase dispersa en el intervalo de desde 0,1 hasta 10  $\mu\text{m}$ , de manera especialmente preferible en el intervalo de desde 0,5 hasta 5  $\mu\text{m}$ .

10 El aerosol se conduce ahora a través del reactor, ajustándose la velocidad del aerosol de manera que la fase dispersa se deposite sobre las piezas internas en el reactor. La velocidad del aerosol adecuada para ello puede determinarla el experto basándose en los mecanismos de deposición conocidos teniendo en cuenta las propiedades de las partículas de la fase dispersa, en particular la distribución del tamaño de partícula, densidad, forma, carga electrostática y porcentaje de la fase dispersa en el aerosol. Los mecanismos de deposición eficaces se describen en la bibliografía técnica, por ejemplo en S. Löffler "Staubabscheiden", Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1988. La deposición puede tener lugar debido a la inercia de las partículas, el movimiento de difusión de las partículas debido al movimiento de Brown y turbulencia, efectos de bloqueo, fuerza de la gravedad y fuerzas electrostáticas.

15 Preferiblemente, en el caso del procedimiento según la invención, la velocidad de tubo vacío del aerosol se ajusta en el intervalo de desde 0,1 hasta 10 m/s, de manera especialmente preferible desde 0,2 hasta 4 m/s, más preferiblemente desde 0,2 hasta 2 m/s.

20 La expresión velocidad de tubo vacío designa a este respecto de manera conocida el cociente del flujo volumétrico del aerosol y el área de sección transversal libre del reactor que se atraviesa. Por área de sección transversal libre ha de entenderse el área de sección transversal accesible para el aerosol, es decir, no se cuentan las piezas internas para el área de sección transversal libre.

25 Según el procedimiento según la invención pueden recubrirse fundamentalmente todos los tipos de piezas internas en reactores.

30 Preferiblemente puede tratarse en este caso de piezas internas de cuerpos moldeados móviles unos respecto a otros, que en particular pueden encontrarse como lecho fijo, como lecho fluidizado o como lecho móvil.

35 Las piezas internas que han de recubrirse pueden encontrarse también como un sistema poroso, consolidado, al menos parcialmente de poros abiertos, en particular como material textil tejido, de punto, trenzado o como espuma, excluyéndose las espumas que pueden calentarse eléctricamente. En el presente documento se denomina como consolidado un sistema que está formado por un sólido unido de manera continua, que sólo puede separarse en partes individuales de manera irreversible.

40 Según el procedimiento según la invención pueden recubrirse también piezas internas con canales de flujo ordenados, en particular monolitos o empaquetamientos ordenados. La forma geométrica de los canales de flujo no está limitada fundamentalmente en este sentido, siendo posibles por ejemplo secciones transversales circulares, angulares.

Las piezas internas que han de recubrirse pueden ser también tubos, en particular tubos de aletas, a través de los cuales se conduce un portador de calor.

45 En muchos casos de aplicación, el material catalíticamente activo depositado sobre las piezas internas se encuentra ya en forma acabada, en la que puede realizarse sin tratamiento posterior adicional la reacción con catálisis heterogénea. En estos casos es suficiente por regla general una adherencia de la fase dispersa depositada del aerosol a través de fuerzas de van der Waals. Sin embargo puede ser posible también, que la fase dispersa depositada se someta a continuación a etapas de procedimiento adicionales, en particular que se active, se fije y/o se calcine.

50 También es posible, formar el recubrimiento con aerosol en varias capas, pudiendo ser las capas individuales aplicadas una sobre otra iguales o diferentes. Es posible por ejemplo, aplicar en primer lugar una capa de base como capa adhesiva a través de un aerosol adecuado y a continuación el verdadero material catalíticamente activo, en particular en una monocapa.

También puede ser ventajoso, tratar previamente las piezas internas que han de recubrirse antes de hacer pasar el aerosol, en particular cargarlas electrostáticamente.

60 Según el procedimiento según la invención puede realizarse un primer recubrimiento de las piezas internas en reactores.

65 Sin embargo, una ventaja especial del procedimiento según la invención es que es adecuado para la reactivación de catalizadores desactivados *in situ*, es decir sin un desmontaje de las mismas, que requiere tiempo y costes, fuera del reactor. De esta manera se recortan los costes del catalizador así como los costes debidos a fallos en la producción

a consecuencia de la parada del reactor durante el cambio del catalizador y costes para el desmontaje y montaje del material de catalizador.

5 El llenado de lechos de materiales de relleno catalíticos en tubos de reacción, los denominados tubos de contacto, es por regla general muy costosa, en particular cuando debido al perfil de reacción deben llenarse de manera distribuida mezclas de diferente composición de material inerte y sustancia catalizadora activa a lo largo de la longitud del tubo de contacto. También en reactores con un gran número de tubos de contacto debe tener lugar una compensación de pérdida de presión de los tubos de contacto, para garantizar una circulación uniforme por todos los tubos de contacto. En el caso del procedimiento según la invención, mediante la reactivación del material de catalizador desactivado *in situ* se evitan estos gastos para el nuevo llenado de los tubos de contacto.

10 De manera ventajosa, para el transporte del aerosol pueden usarse las partes de la instalación ya instaladas, en particular el compresor.

15 El procedimiento según la invención es especialmente adecuado para su uso en reactores para la realización de reacciones de oxidación y deshidrogenación, preferiblemente para la síntesis de anhídrido del ácido maleico, anhídrido del ácido ftálico, acroleína, ácido (met)acrílico u óxido de etileno.

20 La invención se describe más detalladamente a continuación con ayuda de un dibujo así como de ejemplos de realización.

Muestran en detalle:

25 la figura 1 el esquema principal de una instalación de ensayo de laboratorio para recubrir un lecho de materiales de relleno,

la figura 2 la representación gráfica de la distribución del tamaño de partícula para un aerosol de prueba de cloruro de sodio (curva I) o para un aerosol con un catalizador para la producción de anhídrido del ácido maleico como fase dispersa,

30 la figura 3 una representación gráfica de las partes porcentuales del cloruro de sodio depositado por segmento de la columna de material de relleno y

35 las figuras 4a y 4b representaciones gráficas análogas a la figura 3, pero de materiales de relleno con otras dimensiones geométricas.

40 La disposición de ensayo representada en la figura 1 comprende un generador de aerosol por colisión A, en el que se pulveriza una disolución acuosa de cloruro de sodio, NaCl, de manera conocida a través de una boquilla de dos sustancias por medio de un flujo de nitrógeno, N<sub>2</sub>. A este respecto se depositan las gotas gruesas por la acción de la fuerza de la gravedad e impacto, aparecen gotas más finas con el flujo de gas inerte a partir del generador de aerosol por colisión A y se secan en el secador por difusión B conectado aguas abajo formándose un aerosol de cloruro de sodio con fase dispersa sólida. El aerosol así generado se conduce para la medición de la concentración de partículas y la distribución del tamaño de partícula a través de dos contadores de partículas, y concretamente un contador de partículas óptico, OPZ, con un intervalo de medición de desde 0,2 hasta 20 μm así como un *Scanning Mobility Particle Sizer* (clasificador de partículas por movilidad por barrido), SMPS, con un intervalo de medición de desde aproximadamente 15 hasta 800 nm.

45 Se utilizó un contador de partículas óptico (OPZ) de Palas GmbH, Karlsruhe, con los siguientes datos técnicos:

Flujo volumétrico aspirado:	variable hasta aproximadamente 300 l/h,
Intervalo de presión:	hasta 100 mbar,
Intervalo de temperatura:	de 0 a 100°C, e
Intervalo de medición:	de 0,2 a 20 μm; hasta 10 <sup>5</sup> partículas por cm <sup>3</sup>

50 Para el modo de funcionamiento de todos los contadores de partículas ópticos es característica la delimitación de un pequeño volumen de medición iluminado de manera homogénea, a través del cual deben moverse las partículas individualmente. La intensidad de la luz parásita que emiten a este respecto, es una medida para el tamaño de partícula. La asignación de la intensidad de la luz parásita y el tamaño de partícula tiene lugar en este sentido mediante una calibración experimental con un aerosol de prueba. Además se cuentan las partículas, pudiendo calcularse así la concentración numérica.

60 Para la determinación de la distribución del tamaño de partícula y la concentración de partículas en el intervalo nanométrico (de 15 a 800 nm) se condujo el aerosol adicionalmente a través de un *Scanning Mobility Particle Sizer* (SMPS) de TSI Inc., St. Paul, EE.UU., con los siguientes datos técnicos:

Flujo volumétrico aspirado:	normalmente 18 l/h,
Intervalo de presión:	hasta 100 mbar,
Intervalo de temperatura:	de 0 a 100°C, e
Intervalo de medición:	de 15 a 800 nm; hasta 10 <sup>8</sup> partículas/cm <sup>3</sup>

5 El principio de medición del SMPS se basa en una clasificación electrostática en fracciones de tamaño monodispersas, que a continuación se conducen para la medición de la concentración numérica mediante un contador de partículas de condensación. La modificación de la tensión aplicada en el aparato clasificador modifica las fracciones de tamaño de partícula detectadas por el aparato.

10 El flujo de aerosol así caracterizado se condujo a continuación a través de un tubo de vidrio con 1 m de longitud y 26 mm de diámetro interno. En el tubo de vidrio estaban dispuestos 10 pisos uno tras otro de igual longitud, que en cada caso contenían el lecho de material de relleno. Los pisos pueden retirarse individualmente del tubo de vidrio después del ensayo, mediante lo cual es posible determinar la cantidad de aerosol depositada en cada caso. El flujo de aerosol que sale del tubo de vidrio se caracterizó adicionalmente por medio de un contador de partículas óptico, OPZ, así como de un SMPS.

15 La figura 2 muestra la distribución del tamaño de partícula medida con el contador de partículas óptico para el aerosol antes de la transmisión a través del tubo de vidrio con lecho de material de relleno y concretamente la distribución total del porcentaje numérico medida,  $Q_{0(x)}$  en %, en función del tamaño de partícula en  $\mu\text{m}$ .

20 La curva I superior muestra la distribución del tamaño de partícula para un aerosol de prueba de cloruro de sodio con una concentración en sólidos en el aerosol de 285 mg/m<sup>3</sup>, que se obtuvo a partir de una disolución inicial de cloruro de sodio. La curva II inferior muestra la distribución del tamaño de partícula medida para un aerosol, que como fase dispersa contenía el catalizador a base de vanadio-fósforo-oxígeno utilizado habitualmente para la oxidación catalítica para la producción de anhídrido del ácido maleico.

25 La figura 3 muestra los resultados de ensayo de los ensayos V1 a V4 descritos a continuación, y concretamente la cantidad depositada relativa E (cantidad depositada por segmento con respecto a la cantidad depositada total) en % para cada uno de los n segmentos 1 a 10 del lecho de material de relleno.

30 De manera análoga, las figuras 4a y 4b muestran el resultado de ensayo de los ensayos V5 o V6 descritos a continuación, y concretamente asimismo la cantidad depositada relativa E en % para cada uno de los n segmentos 1 a 10 del lecho de material de relleno.

### Ejemplos de realización

35 Se realizaron ensayos de laboratorio para determinar la deposición de aerosoles en un lecho de material de relleno con una disposición de ensayo representada en la figura 1.

40 Como material de relleno se utilizan pastillas de esteatita anulares, y concretamente para los ensayos V1 a V4 con las medidas típicas 5 x 3 x 2 (diámetro externo x altura x diámetro interno) para el soporte de catalizador para la producción de anhídrido del ácido maleico, o en los ensayos V5 y V6 con las medidas típicas 8 x 6 x 5 (diámetro externo x altura x diámetro interno) para el catalizador para la producción de ácido metacrílico.

En todos los ensayos V1 a V6 se utilizó un aerosol de prueba de cloruro de sodio.

45 Tras la circulación del aerosol por el lecho de material de relleno se eliminó individualmente mediante lavado el cloruro de sodio depositado de cada segmento y se determinó la cantidad de cloruro de sodio depositada mediante medición de la conductividad.

50 Mediante la medición de la distribución del tamaño de partícula y la concentración numérica antes y después de la circulación por el lecho de material de relleno puede determinarse el porcentaje del aerosol depositado a través de toda la longitud del lecho según las clases de tamaño de partícula.

55 En los ensayos V1 a V4 se utilizaron pastillas de esteatita anulares con las medidas 8 x 6 x 5 (diámetro externo x altura x diámetro interno), correspondientes a las dimensiones del catalizador habitual para la producción de ácido metacrílico.

60 En la siguiente tabla se exponen las concentraciones de la disolución inicial de cloruro de sodio, en % en peso, a partir de las cuales se generan los aerosoles de prueba de cloruro de sodio en el generador de aerosol por colisión, así como las velocidades de aerosol, en m/s:

Ensayos	V1	V2	V3	V4
Concentración de disolución inicial de cloruro de sodio, en % en peso	1% en peso	1% en peso	5% en peso	5% en peso
Velocidad de aerosol, en m/s	1 m/s	2 m/s	1 m/s	2 m/s

- 5 Los resultados de ensayo se representan en la figura 3, y concretamente en cada caso la cantidad depositada relativa E en % para cada uno de los n segmentos 1 a 10. A este respecto la primera columna designada con V1 representa los resultados del ensayo V1 y de manera análoga las columnas sucesivas V2 a V4 en cada caso los resultados para los ensayos V2 a V4. Los ensayos muestran que la deposición tiene lugar en forma de una curva exponencial, siendo más inclinada la curva exponencial con la concentración creciente de la disolución inicial de cloruro de sodio así como la velocidad de aerosol.
- 10 En los ensayos V5 y V6 se utilizaron pastillas de esteatita anulares con dimensiones geométricas distintas, y concretamente las dimensiones 5 x 3 x 2 (diámetro externo x altura x diámetro interno); correspondientes a las dimensiones del catalizador habitual para la producción oxidativa de anhídrido del ácido maleico.
- 15 El grado de deposición total en V5 determinado mediante la medición diferencial delante y detrás del lecho de material de relleno por medio del contador de partículas óptico ascendió al 50%. Se utilizaron pastillas de esteatita anulares con las medidas 5 x 3 x 2 (diámetro externo x altura x diámetro interno) y un aerosol de prueba de cloruro de sodio, que se obtuvo partiendo de una disolución inicial de cloruro de sodio al 1%. La velocidad de tubo vacío de aerosol ascendió a 1,74 m/s.
- 20 La abundancia de deposición por segmento del lecho de material de relleno se representa en la figura 4a. En el ensayo V6 se utilizaron materiales de relleno con la misma geometría, sin embargo se partió de una concentración menor de la disolución inicial de cloruro de sodio, y concretamente de una disolución de cloruro de sodio al 0,5% en peso. La velocidad de tubo vacío de aerosol ascendió a 0,93 m/s. El grado de deposición total, medido por medio del contador de partículas ópticas, de manera análoga al ensayo V5, ascendió al 10%.
- 25 La comparación de los ensayos V5 y V6 muestra que, según los requisitos, pueden conseguirse diferentes distribuciones de las partículas depositadas a lo largo de la longitud del lecho. En el ensayo V6 se consiguió por ejemplo una deposición casi uniforme a lo largo de toda la longitud del lecho de material de relleno.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el recubrimiento de piezas internas en un reactor, excepto el recubrimiento de espumas que pueden calentarse eléctricamente, al menos parcialmente de células abiertas, con un material catalíticamente activo o un precursor del mismo, según el cual se proporciona un aerosol, que contiene como fase dispersa el material catalíticamente activo o el precursor del mismo, en el que la fase dispersa del aerosol presenta un tamaño de partícula en el intervalo de desde 0,1 hasta 10  $\mu\text{m}$  y se conduce el aerosol con una velocidad en el intervalo de desde 0,2 hasta 4 m/s a través del reactor, que se ajusta de modo que la fase dispersa del aerosol se deposita sobre las piezas internas en el reactor.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el aerosol se conduce con una velocidad en el intervalo de desde 0,2 hasta 2 m/s a través del reactor.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la fase dispersa del aerosol presenta un tamaño de partícula en el intervalo de desde 0,5 hasta 5  $\mu\text{m}$ .
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el aerosol se genera mediante trituración en seco de un catalizador sólido o de un precursor de un catalizador sólido, en particular hasta un tamaño de partícula en el intervalo de desde 0,1 hasta 10  $\mu\text{m}$ , preferiblemente en el intervalo de desde 0,2 hasta 5  $\mu\text{m}$ , dosificación y dispersión en un flujo de gas inerte, en particular en un flujo de nitrógeno.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el aerosol se genera mediante pulverización por medio de boquillas de un líquido opcionalmente calentado o de una mezcla de líquidos, o de una disolución, suspensión o emulsión opcionalmente sobrecalentada.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las piezas internas están formadas por cuerpos moldeados móviles unos respecto a otros, que se encuentran preferiblemente como lecho fijo, como lecho fluidizado o como lecho móvil.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las piezas internas se encuentran como sistema poroso consolidado, en particular como material textil tejido, de punto, trenzado o como espuma, excepto espumas que pueden calentarse eléctricamente.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por piezas internas con canales de flujo ordenados, en el que las piezas internas son en particular monolitos o empaquetamientos ordenados.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las piezas internas son tubos, en particular tubos de aletas, a través de los que se conduce un portador de calor.
- 40 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la fase dispersa depositada sobre las piezas internas en el reactor se somete a etapas de procedimiento adicionales, en particular se fija, se activa y/o se calcina.
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el recubrimiento es un primer recubrimiento.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el recubrimiento es una reactivación del material de catalizador sobre la superficie de piezas internas en un reactor.
- 50 13. Uso del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, para el recubrimiento de piezas internas en reactores para la realización de reacciones heterogéneas en fase gaseosa, en particular de reacciones de oxidación o deshidrogenación, preferiblemente para la síntesis de anhídrido del ácido maleico, anhídrido del ácido ftálico, acroleína, ácido (met)acrílico u óxido de etileno.

55

FIG.1

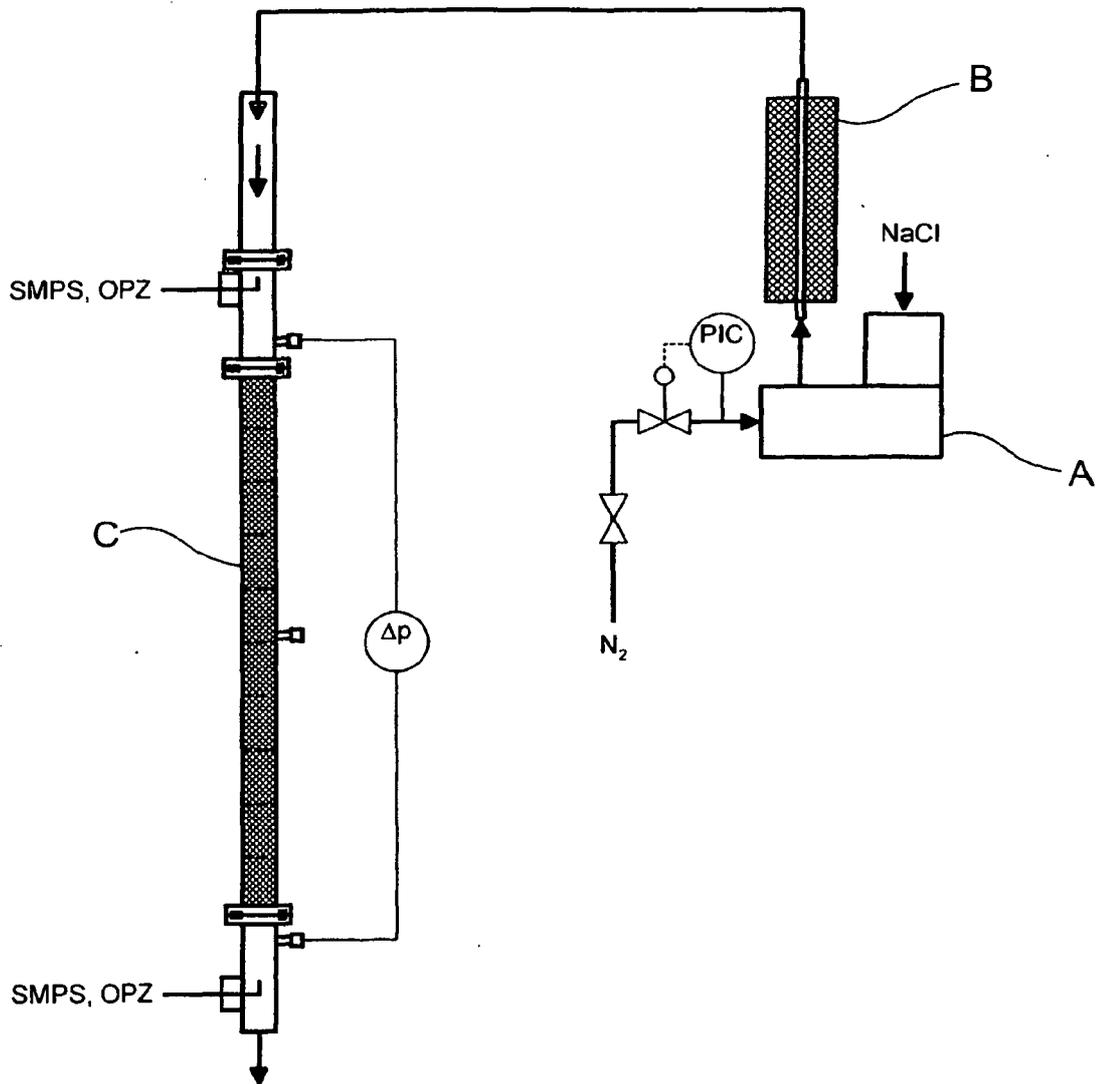


FIG.2

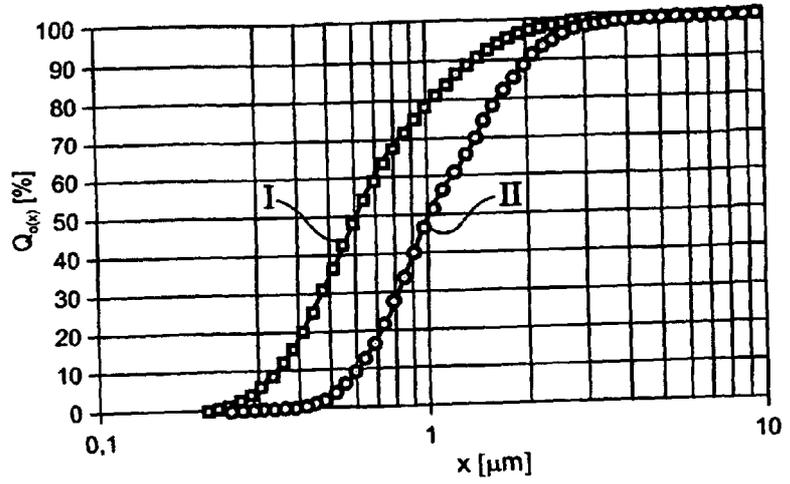


FIG.3

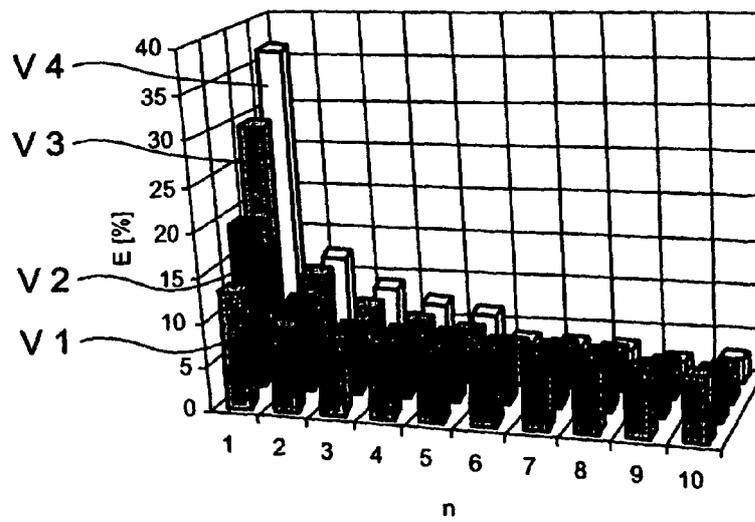


FIG.4a

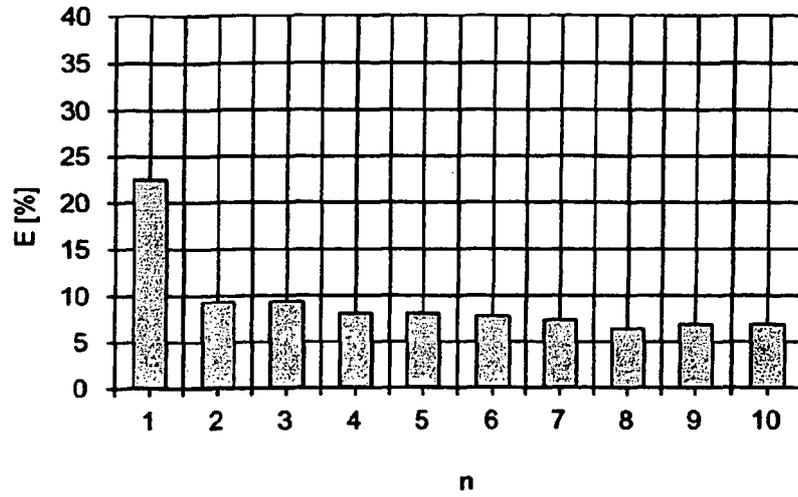


FIG.4b

