(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 534 774**

(51) Int. Cl.:
C09C 1/36 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2009 E 09757217 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015 EP 2303972**

(54) Título: **Procedimiento para el recubrimiento de superficie de partículas de sólidos inorgánicos, en particular de partículas de pigmentos de dióxido de titanio**

(30) Prioridad:

02.06.2008 DE 102008026300

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2015

(73) Titular/es:

KRONOS INTERNATIONAL, INC. (100.0%)
Peschstrasse 5
51373 Leverkusen, DE

(72) Inventor/es:

FRAHM, HEIKO;
FRIEDRICH, JOERG;
KAMINSKI, MARK;
SCHMEIER, ERWIN;
DREWS-NICOLAI, LYDIA y
JUERGENS, VOLKER

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 534 774 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

Procedimiento para el recubrimiento de superficie de partículas de sólidos inorgánicos, en particular de partículas de pigmentos de dióxido de titanio.

Antecedentes tecnológicos de la invención

Con frecuencia, la superficie de partículas sólidas inorgánicas finamente divididas se recubre para cambiar determinadas propiedades como, por ejemplo, resistencia a la abrasión, carga de superficie, propiedades de dispersión, resistencia a los ácidos o a la luz. Por ejemplo, el documento EE.UU. 2,885,366 describe la deposición de un recubrimiento denso de dióxido de silicio sobre partículas de sustrato tales como polvo de níquel o de hierro, fibras de vidrio o dióxido de titanio. Los pigmentos de color o blancos se recubren regularmente con distintos óxidos e hidróxidos (por ejemplo, documento EP 0 130 272 A1, EE.UU. Re.27818).

El tratamiento de superficie particularmente de pigmentos de TiO_2 se lleva a cabo habitualmente en la fase acuosa, segregando sobre la superficie de las partículas óxidos, hidróxidos, fosfatos metálicos o compuestos similares. El procedimiento se ejecuta habitualmente como proceso por lotes y parte de una suspensión acuosa de partículas de pigmento que en primer lugar se desaglomera, habitualmente en un molino con mecanismo de agitación. A continuación, se añaden las correspondientes sales metálicas en forma disuelta como compuestos precursores, así denominados, y se ajusta el valor del pH de la suspensión con sustancias alcalinas o ácidas, de modo que los compuestos precursores precipitan en forma de óxidos, hidróxidos etc..

En el caso del procedimiento clásico existe el peligro de una nueva aglomeración de las partículas en la suspensión, de modo que las sustancias de recubrimiento segregadas no envuelven cada una de las partículas, sino con frecuencia un aglomerado. Los aglomerados se rompen de nuevo en la molienda de secado subsiguiente, de modo que en el producto final no todas las partículas están provistas de una envolvente cerrada, sino que las partículas también presentan partes de la superficie no recubiertas. Además, una parte de las sustancias de recubrimiento no se fija sobre la superficie de las partículas, sino que forma copos junto a las partículas. Estos copos ya no se pueden separar de la suspensión y se manifiestan de forma perjudicial en las propiedades ópticas de los pigmentos, por ejemplo sobre la capacidad de aclarar el color, respectivamente del poder de tinción (tinting strength TS).

El documento EE.UU. 5,993,533 da a conocer un procedimiento, en el cual el pigmento de dióxido de titanio se recubre en un mezclador en línea con SiO_2 y Al_2O_3. El tratamiento transcurre en dos etapas de maduración sucesivas, a 80 a 100ºC y para valores de pH de >9,5 respectivamente <8,5.

El documento GB 1 340 045 describe un procedimiento por lotes para el recubrimiento de superficie de pigmento de dióxido de titanio, en el cual el pigmento en una suspensión se somete durante hasta dos horas a una intensa agitación en un recipiente, durante la cual se añaden y se depositan las sustancias de recubrimiento.

El documento WO 2008/071382 A1 describe otro procedimiento, en el cual durante el transporte continuo a través de un molino con mecanismo de agitación se recubren en superficie las partículas inorgánicas. Aquí se obtiene un recubrimiento de superficie de cada partícula especialmente liso y homogéneo.

Planteamiento del objeto y breve descripción de la invención

Básicamente, la invención tiene por objeto proponer un procedimiento alternativo, con ayuda del cual se pueda formar un recubrimiento de superficie liso, homogéneo y continuo sobre las partículas sólidas.

El problema se resuelve por medio de un procedimiento para el recubrimiento de partículas sólidas inorgánicas en una suspensión acuosa con al menos una sustancia de recubrimiento, el cual comprende las etapas:

a) desaglomeración de las partículas sólidas que se encuentran en suspensión acuosa,

b) adición a la suspensión de un compuesto precursor de la sustancia de recubrimiento, soluble en agua,

c) inmediatamente a la etapa b), subsiguiente homogeneización de la suspensión en un aparato dispersor, no variando de forma significativa durante las etapas a) hasta c) la temperatura y el valor del pH de la suspensión,

d) transporte de la suspensión a un recipiente y precipitación de la sustancia de recubrimiento sobre la superficie de las partículas y deposición opcional de otros recubrimientos,

e) separación de las partículas sólidas de la suspensión.

Otras formas ventajosas de ejecución de la invención se describen en las reivindicaciones subordinadas.

Por consiguiente, objeto de la invención es un procedimiento para el recubrimiento de superficie de partículas sólidas con una envolvente lisa, homogénea y cerrada, a base de al menos un compuesto inorgánico.

Descripción de la invención

El procedimiento conforme a la invención parte de una suspensión acuosa de partículas sólidas, inorgánicas, no tratadas, que en lo sucesivo también se designarán como cuerpos base. Son adecuados cuerpos sólidos inorgánicos en finas partículas con un tamaño de partículas en el intervalo de aproximadamente 0,001 a 1 µm, que se elaboran en suspensiones acuosas como, por ejemplo, pigmentos (dióxido de titanio, pigmentos colorantes, pigmentos de efectos, etc.), materiales de relleno, titanatos, partículas de hierro, níquel u otros materiales magnéticos.

Como revestimiento entran en consideración óxidos, hidróxidos, fosfatos y compuestos similares de los conocidos elementos Si, Ti, Al, Zr, Sn, Mn, Ce y de otros elementos. Aquí y en lo sucesivo también se entenderá como “óxido” el correspondiente hidróxido u óxido que contenga agua. En particular se trata de recubrimientos inorgánicos.

En una forma especial de ejecución de la invención se emplean partículas no tratadas de pigmentos de dióxido de titanio (cuerpo base de TiO_2). Se puede emplear cuerpo base de TiO_2 obtenido tanto por el procedimiento del sulfato como por el procedimiento del cloruro. El cuerpo base de TiO_2 puede tener estructura de anatasa o de rutilo. Es preferible rutilo. Habitualmente el cuerpo base de TiO_2 está dopado con conocidos elementos, por ejemplo Al, para mejorar la fotoestabilidad del pigmento de TiO_2. Por ejemplo, en el procedimiento del cloruro se oxida junto con el $TiCl_4$ una cantidad de $AlCl_3$ tal, que el cuerpo base de TiO_2 presente aproximadamente 0,5 a 2,0% de Al, calculado como Al_2O_3. En el caso de la preparación de dióxido de titanio por el procedimiento del sulfato, el sulfato de titanilo hidrolizado se trata con aditivos de calcinación como, por ejemplo, hidróxido de potasio o ácido fosfórico y, a continuación, se calcina. El cuerpo base de TiO_2 procedente del procedimiento del sulfato contiene habitualmente aproximadamente 0,2 – 0,3% en peso de K, así como de 0,05 a 0,4% en peso de P, calculados respectivamente como óxido.

El procedimiento conforme a la invención se caracteriza porque durante el recubrimiento de superficie, las partículas se encuentran en la suspensión acuosa en un estado de dispersión óptimo. De este modo, el procedimiento parte de una suspensión acuosa de partículas sólidas, inorgánicas, no tratadas, que en una primera etapa (etapa a)) son sometidas a una intensa desaglomeración.

La desaglomeración se puede llevar a cabo, por ejemplo, en molinos con mecanismo de agitación tales como molinos de perlas o molinos de arena, o en molinos de ultrasonidos.

Habitualmente se añade un agente dispersante. El experto en la materia conoce los agentes dispersantes adecuados. Por ejemplo, en la desaglomeración de cuerpos base de TiO_2 en molino de arena se añade como agente dispersante silicato de sodio o hexametafosfato de sodio. La concentración del agente dispersante se encuentra habitualmente en el intervalo de 0,05 a 5% kg/t de TiO_2.

Habitualmente, también se ajusta el pH de la suspensión en función de la clase de partícula y del agente dispersante. Por ejemplo, en la desaglomeración de cuerpos de base de TiO_2 en el procedimiento del cloruro el valor del pH se ajusta a un valor de aproximadamente 9 a 12 o de aproximadamente 2 a 5. La temperatura de las suspensiones de cuerpos base de TiO_2 se sitúa habitualmente en aproximadamente de 40 a 80ºC.

La suspensión desaglomerada se clasifica, para la separación de los cuerpos de molienda, de sus fragmentos o de la carga añadida no suficientemente triturada. Para ello, se emplean tamices e hidrociclones. La porción de finos procedente de la clasificación en los hidrociclones se puede utilizar a continuación para el recubrimiento de superficie, mientras que la porción de material grueso se puede reconducir a la etapa de desaglomeración.

En una etapa b) se añade a la suspensión un compuesto precursor de la sustancia de recubrimiento en solución acuosa, habitualmente como en los procedimientos clásicos en forma de sales solubles en agua (en lo sucesivo: sales metálicas). Al experto en la materia le son familiares las correspondientes sales metálicas. Por ejemplo, como compuesto precursor para el recubrimiento con SiO_2 se puede utilizar silicato de sodio o de potasio (vidrio soluble).

Por otra parte, para el recubrimiento con SiO_2 también se pueden utilizar compuestos organometálicos como compuestos precursores, como por ejemplo alcoxisilanos.

La adición del compuesto precursor se puede llevar a cabo o bien en una tubería o por lotes en un recipiente.

El procedimiento conforme a la invención se caracteriza porque la adición sigue tan rápidamente a la desaglomeración y clasificación, que la temperatura y el valor del pH no pueden variar significativamente. Como variación “significativa” se entiende una diferencia de temperatura de más de 10ºC y una diferencia del valor del pH

mayor que 1. Preferentemente, la adición tiene lugar lo más tarde ocho horas, en particular lo más tarde una hora, después de la aglomeración y clasificación. Es ventajoso evitar una sedimentación de las partículas durante el tiempo previo a la adición del compuesto precursor.

Inmediatamente después de la adición del compuesto precursor, en una etapa c) se homogeneiza la suspensión en un aparato dispersor. Preferentemente se trata de aparatos dispersores en línea, por ejemplo de sistemas rotor-estator, mezcladores estáticos o reactores por ultrasonidos. Durante la homogeneización no tiene lugar ninguna variación significativa de la temperatura y del valor del pH. La homogeneización se ocupa de que entorno a cada partícula se forme ya una capa de compuesto precursor adsorbida homogéneamente. La precipitación de la sustancia de recubrimiento tiene lugar en la etapa d).

En la etapa d) la suspensión se traslada a un recipiente y se hace precipitar la sustancia de recubrimiento sobre la superficie de las partículas ajustando un valor adecuado del pH. Según métodos conocidos, a la suspensión se añade de forma correspondiente una sustancia de reacción ácida o alcalina tal como ácido o lejía. El experto conoce las condiciones de precipitación para cada una de las sustancia de recubrimiento. Opcionalmente, según métodos conocidos, sobre la superficie de las partículas se pueden depositar, además, otros recubrimientos inorgánicos u orgánicos.

En una etapa e) se separan de la suspensión según procedimientos conocidos las partículas recubiertas, eventualmente se lavan, secan y muelen finamente.

En una forma especial de ejecución del procedimiento las partículas de cuerpo base de dióxido de titanio se recubren con SiO_2 o Al_2O_3, preferentemente con SiO_2. Para ello, una suspensión de partículas de cuerpo base de TiO_2 se ajusta a un pH alcalino, se trata con agente dispersante, se desaglomera en un molino de arena y, a continuación, se clasifica. La suspensión presenta después un valor del pH de aproximadamente 9 a 12 y una temperatura de aproximadamente 40 a 80ºC.

En el caso de recubrimiento con SiO_2, como compuesto precursor se añade a la suspensión solución de silicato de sodio en una cantidad de aproximadamente 0,1 a 5,0% en peso de SiO_2 referido al TiO_2. En el caso de un recubrimiento con Al_2O_3 son adecuados como compuestos precursores, por ejemplo aluminatos, en particular aluminato de Na. La adición se lleva a cabo preferentemente lo más tarde hasta ocho horas, especialmente lo más tarde hasta una hora después de la desaglomeración y clasificación, de modo que la temperatura y el valor del pH no hayan variado significativamente. Directamente a continuación se homogeneiza la solución tratada con silicato en un aparato dispersor en línea. Durante la homogeneización la temperatura y el valor del pH de la suspensión no varían significativamente.

A continuación, se bombea la suspensión a un recipiente y se ajusta el valor del pH por adición de la cantidad correspondiente de ácido, como por ejemplo HCl, a un valor de pH de aproximadamente 1 - 8. En consecuencia, sobre la superficie de las partículas precipita SiO_2, respectivamente Al_2O_3. A continuación, se pueden depositar según procedimientos conocidos otros recubrimientos de superficie, como por ejemplo, óxidos, hidróxidos, óxido-hidratos o fosfatos de Si, Al, Zr, Sn, Ti, Mn, Ce, etc. Preferentemente, a continuación se deposita finalmente un compuesto de Al en una cantidad de aproximadamente 0,5 a 8% en peso, calculado como Al_2O_3, referido al TiO_2.

Con el procedimiento conforme a la invención, en comparación con los procedimientos conocidos de tratamiento de superficie, se consigue una envolvente muy lisa, homogénea y cerrada para cada una de las partículas. Además, la suspensión de partículas de TiO_2 recubiertas con SiO_2 o AL_2O_3 obtenida con el procedimiento conforme a la invención tras la etapa c), comparada con la suspensión convencionalmente desaglomerada y clasificada, es particularmente estable durante el almacenamiento, puesto que la capa de dióxido de silicio-hidrato, respectivamente la capa de óxido-hidrato de aluminio, sobre las partículas de TiO_2 , en las condiciones reinantes (temperatura de aproximadamente de 40 a 80ºC, valor de pH aproximadamente de 9 a 10), aumenta la densidad de carga superficial negativa de las partículas. Con ello se evita una reaglomeración del dióxido de titanio antes de la precipitación subsiguiente en la etapa d) y antes de algún otro recubrimiento.

Con el procedimiento conforme a la invención se consigue, que después de la molienda fina final estén presentes menor superficie de partículas no recubierta y menor cantidad separada de sustancia de recubrimiento precipitada por separado. Además, la suspensión preparada por el procedimiento conforme a la invención tiene comparativamente tan buena capacidad de filtración como la preparada según el procedimiento clásico (ejemplo de comparación 1).

Los pigmentos de TiO_2 tratados conforme a la invención presentan una fotoestabilidad mejorada y un poder de tinción (TS) claramente mejorados. Los pigmentos de TiO_2 son destacadamente adecuados para la utilización en materiales sintéticos, en particular en lotes patrón, así como para recubrimientos particularmente en lacas y laminados.

Ejemplos

A continuación se describirá con más detalle la invención con ayuda de ejemplos, sin que estos se interpreten como una limitación de la invención. Los datos cuantitativos se refieren en cada caso a los cuerpos base de TiO_2.

Ejemplo 1

Se preparó una suspensión acuosa de cuerpos base de TiO_2 del procedimiento por cloruro con una concentración de 550 kg/m^3 y una temperatura de 55ºC, se ajustó con NaOH a un valor de pH de aproximadamente 11 y se trató con hexametafosfato de sodio como agente dispersante. La suspensión así obtenida se desaglomeró en un molino con mecanismo de agitación utilizando cuerpos de molienda de dióxido de circonio, y se clasificó mediante tamices e hidrociclones para separar el material grueso. La porción de finos de la suspensión desaglomerada se reunió en un recipiente y presentaba un valor del pH de 10,5 y una temperatura de 55ºC. A continuación, la suspensión se pasó por un aparato dispersante en línea (sistema rotor-estator: Ytron Z250.3). A través de una tubería en la entrada del aparato dispersante en línea se añadieron a la dispersión 0,5% en peso de solución acuosa de silicato de sodio calculado como SiO_2, referido al TiO_2.

A continuación se reunió la suspensión en otro recipiente. La temperatura de la suspensión era de 55ºC y el valor del pH 10,5. Seguidamente, se añadió HCl con agitación y el valor del pH se ajustó en aproximadamente 3,5.

Después de 30 minutos de agitación se añadió otro 0,7% de SiO_2 como solución de silicato de sodio y finalmente 2,0% de Al_2O_3 como solución de aluminato de sodio. El valor del pH se situó aproximadamente en 6. A continuación, la suspensión se filtró, lavó y secó. El material secado se molió con vapor en un molino de chorro espiral, bajo adición de aceite de silicona.

La composición del pigmento de TiO_2 se analizó con ayuda de XRF (fluorescencia de rayos X) y fue de 95% en peso de TiO_2, 1,25% en peso de SiO_2 y 3,3% en peso de Al_2O_3.

El examen bajo el microscopio electrónico de transmisión mostró que el pigmento presentaba un recubrimiento muy homogéneo, liso y cerrado (figura 1). Junto a las partículas no se encuentra ningún copo de material de recubrimiento desprendido.

El poder de tinción (TS) del pigmento así preparado se situaba en aproximadamente 103 puntos.

Ejemplo 2

Se procedió como en el ejemplo 1 con la diferencia de que en la entrada del aparato dispersor en línea, en lugar de 0,5% en peso de SiO_2, se añadió Al_2O_3 en forma de solución de aluminato de sodio. En el ulterior transcurso se añadió una cantidad tal de SiO_2 y Al_2O_3 que dio como resultado un pigmento con la composición de 96% en peso de TiO_2, 1,8% en peso de SiO_2 y 2,2% en peso de Al_2O_3.

Ejemplo comparativo 1 (procedimiento clásico)

Se preparó una suspensión acuosa de cuerpos base de TiO_2 del procedimiento por cloruro con una concentración de 550 kg/m^3 y una temperatura de 55ºC, se ajustó con NaOH a un valor de pH de aproximadamente 11 y se trató con hexametafosfato de sodio como agente dispersante. La suspensión así obtenida se desaglomeró en un molino con mecanismo de agitación utilizando cuerpos de molienda de dióxido de circonio y se clasificó mediante tamices e hidrociclones, para separar el material grueso. La porción de finos de la suspensión desaglomerada se reunió en un recipiente y presentaba un valor del pH de 10,5 y una temperatura de 55ºC.

A continuación se reunió la suspensión en un recipiente. La temperatura de la suspensión era de 55ºC y el valor del pH era 10,5.

Después, se añadió 1,25% de SiO_2 como solución de silicato de sodio, el valor del pH se bajó a aproximadamente 5 por adición de HCl y, finalmente, se añadió 2,0% de Al_2O_3 como solución de aluminato de sodio. Se ajustó un valor del pH de aproximadamente 6. A continuación, la suspensión se filtró, lavó y secó. El material secado se molió en vapor en un molino de chorro espiral, bajo adición de aceite de silicona.

La composición del pigmento de TiO_2 se analizó con ayuda de XRF (fluorescencia de rayos X) y fue de 95% en peso de TiO_2, 1,25% en peso de SiO_2 y 3,3% en peso de Al_2O_3. El examen bajo el microscopio electrónico de transmisión mostró que el pigmento presentaba, en comparación con el ejemplo 1, un recubrimiento heterogéneo (figura 2). Junto a las partículas se encuentra material de recubrimiento desprendido en forma de copos.

El poder de tinción (TS) del pigmento así preparado se situaba en 99 puntos.

Ejemplo comparativo 2 (denominado procedimiento TDD)

Se preparó una suspensión acuosa de cuerpos base de TiO_2 del procedimiento por cloruro con una concentración de 550 kg/m^3 y una temperatura de 55ºC, se ajustó con NaOH a un valor de pH de aproximadamente 11 y se trató con hexametafosfato de sodio como agente dispersante. A continuación se añadió 0,5% en peso de solución acuosa de silicato de sodio calculado como SiO_2, referido a TiO_2. La suspensión así obtenida se desaglomeró en un molino con mecanismo de agitación utilizando cuerpos de molienda de arena y se clasificó mediante tamices e hidrociclones para separar el material grueso. La porción de finos de la suspensión desaglomerada se reunió en un recipiente y presentaba un valor del pH de 10,5 y una temperatura de 55ºC. A continuación, se añadió bajo agitación HCl y el valor del pH se ajustó a aproximadamente 3,5. Después de 30 minutos de agitación se añadió otro 0,7% de SiO_2 como solución de silicato de sodio y finalmente 2,0% de Al_2O_3 como solución de aluminato de sodio. El valor del pH se situó aproximadamente en 6. A continuación, la suspensión se filtró, lavó y secó. El material secado se molió en vapor en un molino de chorro espiral, bajo adición de aceite de silicona.

La composición del pigmento de TiO_2 se analizó con ayuda de XRF (fluorescencia de rayos X) y fue de 95% en peso de TiO_2, 1,25% en peso de SiO_2 y 3,3% en peso de Al_2O_3.

El examen bajo el microscopio electrónico de transmisión mostró que el pigmento presentaba, en comparación con el ejemplo 1, un recubrimiento similar homogéneo, liso y cerrado. Junto a las partículas no se encuentra ningún copo de material de recubrimiento desprendido.

El poder de tinción (TS) del pigmento así preparado se situaba en aproximadamente 103 puntos.

Métodos de ensayo

Poder de tinción (TS)

El poder de tinción (TS) de los pigmentos de los ejemplos y de los ejemplos comparativos se determina después de incorporarlos en una pasta negra de Vinnol con la concentración de 1,22% en volumen de pigmento (el denominado método VIG).

El pigmento de dióxido de titanio a examinar se amasa con una pasta negra de Vinnol prefabricada en una máquina de dispersión de colorantes (Automatic Muller). La pasta gris obtenida se extiende con el aplicador de película (Applikator) sobre una tarjeta.

Los valores de remisión de la capa se miden con un colorímetro HunterLab Calorimeter PD-9000 en estado mojado y se refieren a un valor estándar interno.

Microscopía electrónica de transmisión (TEM)

Con ayuda de la microscopía electrónica de transmisión (TEM) se puede visualizar el recubrimiento de las partículas de dióxido de titanio.

Conclusión

El procedimiento conforme a la invención conduce a pigmentos con un recubrimiento muy homogéneo, liso y cerrado (figura 1). Junto a las partículas no se encuentra ningún copo de material de recubrimiento desprendido. Con ello, el recubrimiento obtenido conforme a la invención se ha mejorado claramente en comparación con el del ejemplo comparativo 1 (figura 2), el cual se preparó según el procedimiento clásico, y comparable con el del ejemplo comparativo 2, el cual se preparó según el denominado procedimiento TDD. El consumo de tiempo para el recubrimiento de partículas sólidas inorgánicas con dióxido de silicio es, con el procedimiento conforme a la invención y el procedimiento denominado TDD, claramente inferior que en el caso del procedimiento clásico.

Al mismo tiempo, el procedimiento conforme a la invención se caracteriza sin embargo porque la suspensión presenta un comportamiento a la filtración similarmente tan bueno como el del procedimiento clásico (ejemplo comparativo 1), mientras que al contrario la suspensión preparada según el procedimiento TDD (ejemplo comparativo 2), en virtud de la tixotropía y de la formación de una torta de filtración muy compacta solo es filtrable con un caudal disminuido en aproximadamente 30%.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el recubrimiento inorgánico de partículas sólidas inorgánicas en una suspensión acuosa con al menos una sustancia de recubrimiento, el cual comprende las siguientes etapas:

   a) desaglomeración de las partículas sólidas que se encuentran en suspensión acuosa,

   b) adición a la suspensión de un compuesto precursor de la sustancia de recubrimiento, soluble en agua,

   c) inmediatamente a la etapa b), subsiguiente homogeneización de la suspensión en un aparato dispersor, no variando de forma significativa durante las etapas a) hasta c) la temperatura y el valor del pH de la suspensión,

   d) transporte de la suspensión a un recipiente y precipitación de la sustancia de recubrimiento sobre la superficie de las partículas, y deposición opcional de otros recubrimientos,

   e) separación de las partículas sólidas de la suspensión.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las partículas sólidas son partículas de dióxido de titanio.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la sustancia de recubrimiento es SiO_2 o Al_2O_3.

4. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** en la etapa a) se emplea una máquina con mecanismo agitador.

5. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la suspensión en la etapa a) presenta un valor del pH de aproximadamente 40 a 80ºC.

6. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la suspensión en la etapa a) presenta una temperatura de aproximadamente 40 a 80ºC.

7. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** se emplea SiO_2 en una cantidad de aproximadamente 0,1 a 5% en peso referido a la masa de las partículas.

8. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** la adición del compuesto precursor (etapa b)) tiene lugar lo más tarde ocho horas, especialmente lo más tarde una hora después de la etapa a).

9. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porquen** en la etapa c) se emplea un aparato dispersor en línea.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el aparato dispersor en línea es un sistema rotor-estator o un mezclador estático.

11. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** en la etapa d) tiene lugar finalmente un recubrimiento en una cantidad de aproximadamente 0,5 a 8% en peso, calculada como Al_2O_3, referida a la masa de las partículas.

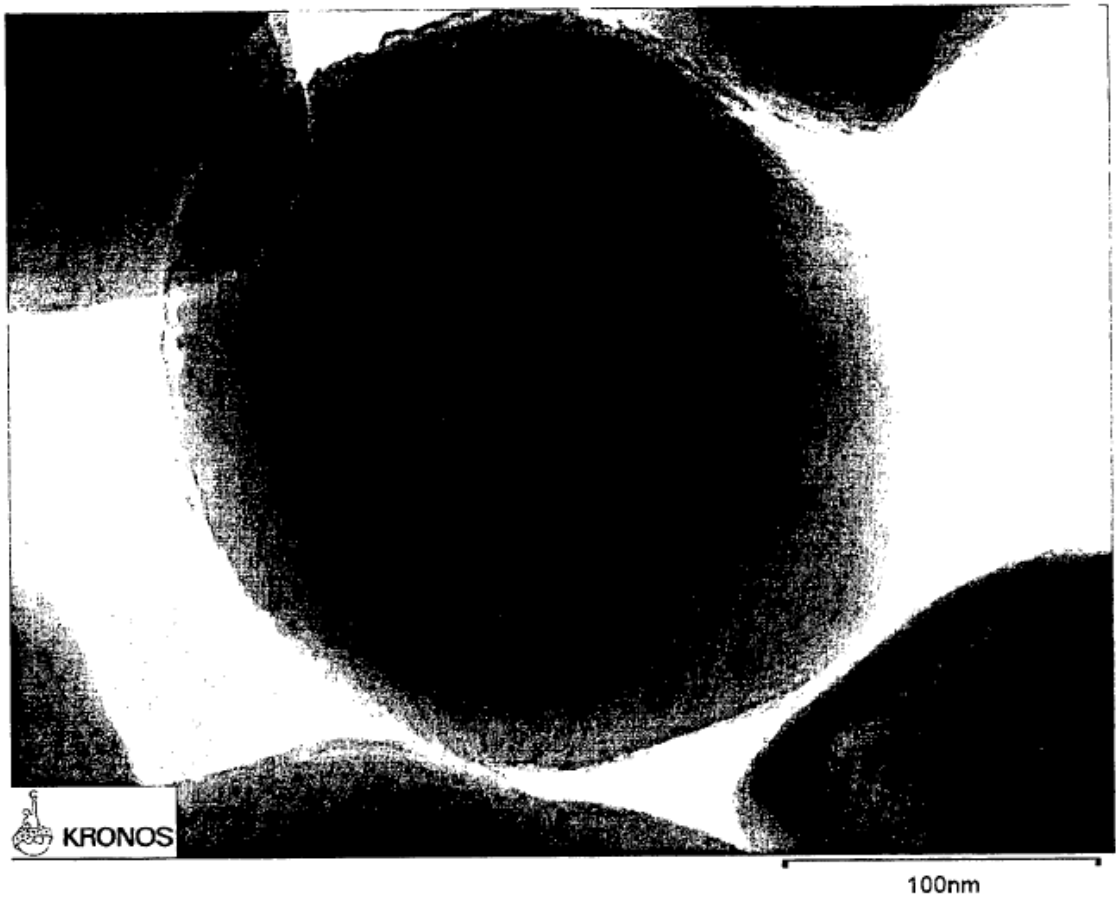

Figura 1 (ejemplo 1)

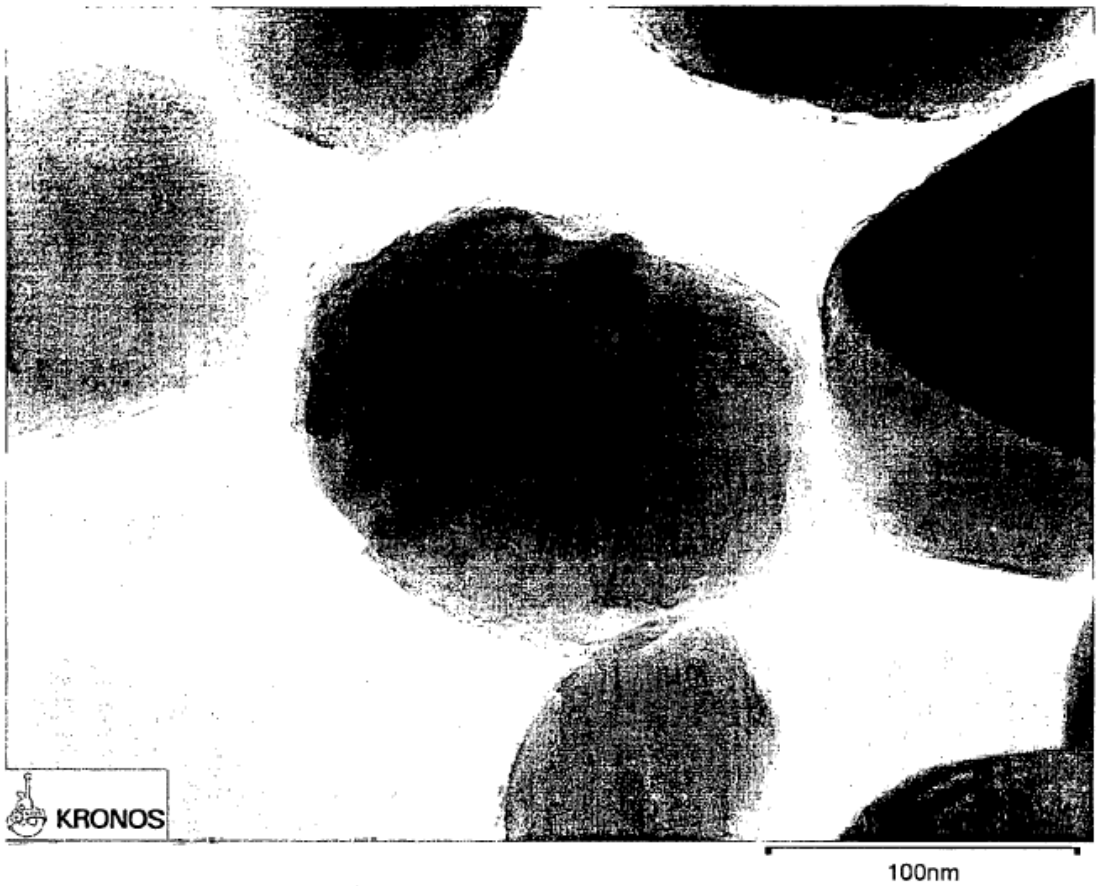

Figura 2 (ejemplo comparativo 1