



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 342 910**

⑤1 Int. Cl.:
H01M 2/16 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **98901808 .0**

⑨6 Fecha de presentación : **14.01.1998**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **0954885**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.1999**

⑤4 Título: **Separador de batería recombinante.**

③0 Prioridad: **14.01.1997 US 783219**
07.01.1998 US 3653

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.07.2010

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.07.2010

⑦3 Titular/es: **DARAMIC, Inc.**
Suite 325, 20 Mall Road
Burlington, Massachusetts 01803, US

⑦2 Inventor/es: **Zucker, Jerry**

⑦4 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 342 910 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

Separador de batería recombinante.

5 Referencia cruzada

Esto es una continuación en parte de la solicitud con nº de serie 08/783.219, presentada el 14 de enero de 1997.

Antecedentes de la invención

10

La presente invención se refiere a separadores porosos que se disponen entre las placas de electrodos de una batería.

15

Las baterías de acumulación incluyen una pluralidad de placas de electrodos que se disponen para proporcionar electrodos positivos y negativos alternos. Los separadores se fabrican a partir de un material poroso aislante y contienen el electrolito de batería, tal como ácido, y permiten el paso de corriente iónica entre las placas.

20

Los separadores de batería deben presentar en general ciertas propiedades. El medio separador debe ser resistente a la degradación y a la inestabilidad en el entorno de la batería, tal como la degradación por disoluciones de ácidos fuertes a temperatura ambiente y temperaturas elevadas y ataques oxidativos fuertes. El separador también debe poder permitir un alto grado de movimiento iónico o debe presentar una resistencia eléctrica baja. El separador también debe poder inhibir la formación de trayectorias conductoras entre placas y el consiguiente cortocircuito. Este último problema puede surgir durante el funcionamiento de la batería cuando partes del electrodo de la batería se dispersan en el electrolito y precipitan o se depositan en el separador.

25

Durante muchos años se han utilizado en general baterías de plomo-ácido con células inundadas. En dichas baterías, los separadores empleados normalmente presentan un espesor fijo. Estos tipos de separadores no son altamente porosos y no absorben cantidades significativas de ácido. Sirven principalmente para impedir la migración de partículas y normalmente presentan nervaduras para espaciar o separar físicamente los electrodos en la célula.

30

Una célula electroquímica desarrollada recientemente se denomina comúnmente diseño recombinante regulado por válvula o sellado. En ciertos tipos de baterías recombinantes, el depósito de electrolito se contiene o se absorbe completamente por el medio separador, y el separador está en contacto completo con los electrodos adyacentes y llena todo el espacio entre los electrodos.

35

Los separadores de batería del tipo recombinante deben presentar un grado de volumen de cavidad en vacío para permitir el transporte del gas oxígeno generado en el electrodo positivo, durante la carga o la sobrecarga, al electrodo negativo en el que se reduce tal gas. En baterías de plomo-ácido, el oxígeno generado debe pasar desde el electrodo positivo a través del separador hasta la superficie del electrodo negativo, que se humedece con ácido sulfúrico. A continuación, el oxígeno se combina con el plomo para formar óxido de plomo, que a su vez se convierte en sulfato de plomo y agua libre.

40

50

Para lograr las propiedades anteriores, es conocido emplear una estera o fieltro de microfibras de vidrio de borosilicato como medio separador. Estos separadores comprenden en general una mezcla de fibras de vidrio de longitud y diámetro variables. La patente GB nº 1.364.283 describe un medio separador preparado a partir de fibras de vidrio finas. La estera de fibras presenta un tamaño de poro pequeño y proporciona una retentividad de electrolito de gran volumen que varía por unidad de volumen de separador. La capilaridad de la estera retiene el electrolito de manera estable dentro del separador. La estera está diseñada para saturarse con electrolito líquido hasta aproximadamente el 85 y el 95 por ciento del volumen de cavidad disponible, estando disponible el volumen de cavidad restante para permitir la transferencia de gas.

55

Los separadores que contienen fibras de vidrio submicrométricas adolecen de varios inconvenientes que no se han resuelto adecuadamente. Se han indicado problemas de salud en relación con las fibras extremadamente finas de esta naturaleza. Las esteras de fibras de vidrio son difíciles de procesar en equipos de producción de alta velocidad debido a las malas propiedades mecánicas, y tienden a liberar partículas en suspensión en el aire.

60

Se realizaron varias propuestas tempranas para utilizar fibras fundidas por soplado para fabricar separadores de batería para baterías de ácido convencionales con células inundadas. Las patentes US nº 3.847.676, nº 3.972.759 y nº 4.165.352 dan a conocer la formación de separadores de batería a partir de fibras finas fundidas por soplado. Las fibras se hacen humectables por la adición de tensioactivos internos o externos. En todos los casos, la estera está permanentemente comprimida, normalmente por la utilización de calor y presión, con el fin de hacer que la almohadilla sea rígida y reducir el tamaño de poro hasta un nivel aceptable.

65

Sin embargo, hasta la actualidad, el único material disponible para su utilización en baterías de plomo-ácido de tipo recombinante han sido las esteras fabricadas mediante las fibras de vidrio finas mencionadas anteriormente. Las esteras fabricadas a partir de los polímeros fundidos por soplado que se describen en las referencias anteriores no son adecuadas debido a su baja porosidad, gran tamaño de poro incluso cuando están comprimidas y la incapacidad para absorber completamente el electrolito ácido mientras se conserva un volumen de cavidad vacío que pueda transmitir gas entre los electrodos.

Sumario de la invención

Según la presente invención, una almohadilla de separador de batería únicamente adecuada para baterías del tipo recombinante o sellado se fabrica a partir de fibras fundidas por soplado extremadamente finas unidas por sí mismas en una masa cohesiva, no comprimida. Por lo menos el 10% de las fibras presentan un diámetro inferior a un micrómetro, y la mayoría de las fibras presentan un diámetro inferior a cinco micrómetros. Con el fin de obtener una estera de fibras poliméricas adecuada para su utilización en baterías recombinantes, el área de superficie de las fibras en la estera supera los 1,0 m²/g. Además, la estera, que no está permanentemente comprimida, presenta una porosidad mayor que el 90% y un tamaño medio de poro comprendido entre aproximadamente cinco y aproximadamente quince micrómetros.

La estera de fibra se trata con el fin de hacer que sea humectable por el ácido de la batería. Esto puede llevarse a cabo mediante la adición de un agente de superficie activa adecuado al polímero antes de la extrusión, o uniéndolo de manera covalente grupos hidrófilos a la superficie de las fibras tras la formación.

A diferencia de los separadores de batería fundidos por soplado de la técnica anterior, el separador de la presente invención presenta un efecto mecha y absorbe completamente el electrolito ácido por todas sus dimensiones y llena completamente el espacio entre los electrodos.

El documento GB 2 054 250 da a conocer un separador de batería fundido por soplado con una buena absorción del electrolito ácido, aunque de fabricación costosa y compleja.

Descripción detallada

El sustrato del separador de batería recombinante de la presente invención se forma utilizando un aparato de fusión por soplado convencional. Un aparato de este tipo incluye normalmente una boquilla presurizada, calentada a través de la cual se extruyen una pluralidad de filamentos de polímero termoplástico fundido. La boquilla también utiliza aire calentado y presurizado que fluye en la dirección de la extrusión para atenuar el polímero fundido tras la salida de los orificios. Las fibras se depositan de manera continua en un transportador en movimiento para formar una banda plana consolidada de espesor deseado, que puede cortarse en la forma deseada.

La construcción y el funcionamiento de un aparato de fusión por soplado para formar una estera coherente se consideran convencionales, y el diseño y el funcionamiento se encuentran dentro de la capacidad de los expertos en la materia. El aparato y los procedimientos adecuados se describen en las patentes US n° 3.849.241 y n° 3.972.759.

Los polímeros utilizados para preparar el sustrato incluyen polímeros termoplásticos que pueden extruirse por fusión hasta un diámetro de tamaño submicrométrico, y resistentes a los ácidos fuertes. Candidatos potenciales incluyen poliestireno, poliamidas, poliésteres y poliolefinas, pero se prefiere polipropileno.

Están disponibles muchos enfoques en la selección de una resina adecuada. Las resinas denominadas polipropileno de metaloceno, producidas por la catálisis en un solo sitio, presentan una distribución estrecha del peso molecular. El polipropileno de metaloceno presenta una distribución de peso molecular (MWD) de 1,0 a 3,5. Una resina de polipropileno convencional puede tratarse con agentes reductores de viscosidad conocidos tales como peróxidos. Además, pueden emplearse resinas no tratadas con velocidades de flujo de fusión superiores a 1.000 y preferentemente superiores a 1.200.

Con el fin de lograr diámetros submicrométricos y área de superficie alta, las condiciones de procesamiento deben optimizarse para la resina particular empleada. Para resinas de polipropileno convencionales que presentan una alta velocidad de flujo de fusión (MFR), la temperatura del aire atenuante debe ser mayor que la temperatura del polímero fundido, y preferentemente por lo menos 15°C superior. La velocidad de flujo del aire atenuante puede aumentarse desde niveles normales hasta que se produzcan fibras ultrafinas. Además, el rendimiento de la resina puede reducirse del normal, siendo la velocidad normal habitualmente de un gramo/orificio/minuto.

A partir de las consideraciones anteriores, un experto en la materia podrá preparar una banda fundida por soplado, o estera de espesor uniforme, con una distribución de tamaños de fibra necesarios para un separador de batería recombinante. La banda o estera de fibras debe contener como mínimo por lo menos aproximadamente el 10% de fibras con diámetros menores de un micrómetro y preferentemente el 5% inferiores a 0,5 micrómetros. Lo más preferentemente, la banda deberá contener más del 15% de fibras con diámetros menores de un micrómetro. Además, el promedio del diámetro de fibra de las fibras en la banda será inferior a 5 micrómetros, y más del 60% de la banda presentará fibras con diámetros inferiores a 5 micrómetros.

El espesor y el peso base de la banda fundida por soplado producida dependerá del diseño particular de la batería. El espesor puede variar ampliamente, por ejemplo, de entre 5 y 200 milésimas de pulgada, con un peso base en el orden de 16 a 660 gramos por metro cuadrado.

La distribución del tamaño de fibra y las propiedades esenciales de la estera fundida por soplado se determinan mediante procedimientos de prueba convencionales. Con el fin de ser adecuada para su utilización en una batería recombinante, la estera presentará una porosidad frente a los líquidos superior al 87% y preferentemente superior al 90%. A pesar de la alta porosidad, la estera presentará un diámetro medio de poro en el orden de 5 a 15 micrómetros.

ES 2 342 910 T3

y preferentemente en el orden de 8 a 12 micrómetros. Debido a la proporción relativamente alta de fibras ultrafinas, el área de superficie de las fibras en la estera es superior a 1,0 m²/g lo que permite el efecto mecha eficaz del electrolito, por lo cual el electrolito se distribuye uniformemente de manera sustancial por todo el volumen del separador.

5 La estera se emplea en forma no comprimida y el espesor no se modifica por ningún procedimiento como el calentamiento a compresión. Puede ser deseable proporcionar una estera que sea ligeramente más gruesa que el espacio entre los electrodos con el fin de garantizar un buen contacto con las superficies de los electrodos, aunque no está asociada una precompresión permanente.

10 Aunque la banda fundida por soplado puede cortarse sencillamente en partes planas y utilizarse como tal, se prevén formas adicionales. Por ejemplo, la banda puede reforzarse con una o más capas delgadas de material no tejido hilado. Además, las partes del material textil pueden unirse térmicamente entre sí alrededor de tres bordes para formar un bolsillo que después se aplica sobre un electrodo para cubrir ambos lados.

15 El material textil fundido por soplado se trata para hacer que sea humectable por el ácido de la batería. Un procedimiento adecuado es incorporar un aditivo interno en el polímero fundido antes de su extrusión en fibras. Estos aditivos son resistentes a los ácidos fuertes y pueden añadirse a niveles comprendidos entre aproximadamente el 0,5 y el 5 por ciento en peso. Algunos aditivos adecuados que se han identificado incluyen politetrahidrofurano, mono y diglicéridos de ácidos grasos, y copolímeros de dimetilsilicona-oxialquilenos. Preferentemente, los aditivos no se añaden al polímero directamente, sino que se forman previamente de manera preferible para dar gránulos con el polímero. Por ejemplo, un 25% del aditivo puede mezclarse con un 75% de polipropileno y extruirse para dar filamentos. Se dejan enfriar los filamentos y se cortan en microgránulos. A continuación, aproximadamente del 5 al 20% de los microgránulos se añaden a los gránulos de polipropileno puro y se alimentan a una extrusora y a través del aparato de fusión por soplado. El agente de superficie activa tiende a migrar hacia y reviste la superficie de la fibra, haciendo que sea humectable por el ácido.

Otro procedimiento es modificar la superficie de la fibra para hacer que sea humectable. Como ejemplo, un polímero hidrófilo puede unirse químicamente a la superficie de la fibra. Esto puede llevarse a cabo mediante la polimerización por injerto del sustrato con un monómero hidrófilo, tal como un monómero acrílico o metacrílico que presenta grupos alcohol funcionales, proporcionándose la energía para la reacción por radiación.

Según una forma de realización preferida, un compuesto hidrófilo tal como polivinilpirrolidona o poliacrilamida se inmoviliza en la superficie de las fibras. El agente hidrófilo es o bien fotoactivable por sí mismo o bien se combina con un agente de reticulación fotoactivable. El agente se reviste sobre el sustrato y se irradia. Diversos componentes de esta naturaleza están disponibles por BSI Corporation, Eden Prairie, Minn. Véase, por ejemplo, la patente US nº 5.414.075, incorporada como referencia. En esta forma de realización, el polímero hidrófilo se une de manera covalente al sustrato fundido por soplado y es estable de manera hidrolítica.

Se han sugerido otros tratamientos para las superficies de artículos y fibras de poliolefinas para hacerlos hidrófilos o humectables. Estas técnicas incluyen hacer que la superficie sea rugosa o porosa tal como mediante tratamiento con una descarga de plasma o corona.

Se ha encontrado que la aplicación tópica de tensioactivos a las almohadillas de separador de la presente invención no es aceptable. En la evaluación de este enfoque, se ha encontrado que los tensioactivos tópicos, incluso si no se eliminaron por lavado o degradaron químicamente, producen habitualmente la formación de burbujas en el espacio de cavidad vacío y pueden impedir la transmisión de gas.

Los siguientes son ejemplos de tratamientos de materiales textiles de polipropileno fundidos por soplado para hacerlos permanentemente humectables.

50

Ejemplo 1

La estera de polipropileno (PP) fundida por soplado se hizo humectable utilizando el agente reticulante fotoactivable, PRO3 (proporcionado por BSI Corporation) para inmovilizar polivinilpirrolidona (PVP, BASF K30). Se disolvió PRO3 a 0,35 g/l y PVP a 2,0 g/l en hexanol al 0,8% v/v en agua. El PP fundido por soplado se saturó con esta disolución y se procesó una vez en cada lado a través de una cinta transportadora a 30,5 cm por minuto, bajo una fuente de luz de Fusion Systems que estaba a 8,9 cm de la estera. La fuente de luz de Fusion Systems P-300, con una bombilla d de 300 vatios/pulgada. A continuación, se secó la estera tratada en un horno de convección hasta alcanzar 100°C. Este tratamiento dio como resultado una estera completamente saturada con agua y mojada por efecto mecha 2,5 cm por encima del nivel de inmersión vertical en 6,8 segundos.

Ejemplo 2

65

La estera de PP fundida por soplado se hizo humectable utilizando el reactivo PVP fotoactivable (PV03 que se proporcionó por BSI Corporation). Se disolvió PV03 a 1,0 g/l en un 75% de agua y un 25% de isopropanol (IPA). Se saturó la estera con dicho reactivo y se iluminó durante 60 segundos utilizando dos lámparas Dymax (PC-2, bombillas

ES 2 342 910 T3

de 400 vatios de halogenuro metálico/vapor de mercurio) a 15 cm de la estera en cada lado. La estera tratada se dejó secar al aire. Este tratamiento dio como resultado una estera completamente saturada con agua y mojada por efecto mecha 5 cm por encima del nivel de inmersión vertical en 28 segundos.

Ejemplo 3

La estera de PP fundida por soplado se hizo humectable utilizando el reactivo PVP fotoactivable (PV05 que se proporcionó por BSI Corporation). Se disolvió PV05 a 1,0 g/l en hexanol al 0,8% v/v en agua. Se saturó la estera de PP fundida por soplado con esta disolución y se procesó una vez en cada lado a través de una cinta transportadora a 61 cm por minuto, bajo una fuente de luz de Fusion Systems que estaba a 8,9 cm de la estera. La fuente de luz de Fusion Systems P-300, con una bombilla H de 300 vatios/pulgada. Una fuente de luz alternativa es una bombilla Xenon UV pulsada. A continuación, se secó la estera tratada en un horno de convección hasta alcanzar 100°C. Este tratamiento dio como resultado una estera saturada completamente con agua y mojada por efecto mecha 5 cm en 51 segundos.

Ejemplo 4

La estera de PP fundida por soplado se hizo humectable de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto por el cambio de los parámetros enumerados en la siguiente tabla. Las características de humectabilidad resultantes se enumeran por cada grupo de parámetros:

PVP (g/l)	PR03 (g/l)	Temp. del horno (grados C)	Tiempo de efecto mecha a 2,5 cm (segundos)	Tiempo de efecto mecha a 5 cm (segundos)
5	0,75	125	10	35
2	0,75	100	9	37
5	0,75	100	10	35
2	0,25	100	9	30
3	0,50	100	6,5	27,5
2	0,38	100	6,5	26,5
2	0,50	100	7,0	28,5
4	0,50	100	8,0	31,0
2	0,38	100	7,8	31,0
2	0,25	100	6,5	27,5

Todas las muestras enumeradas en la tabla mencionada anteriormente dieron como resultado una estera completamente saturada con agua.

Ejemplo 5

La estera de PP fundida por soplado se hizo humectable utilizando el reactivo PVP fotoactivable (PV03 que se proporcionó por BSI Corporation). Se disolvió PV03 a 1,0 g/l en agua. Se trató previamente la estera con un plasma de oxígeno a 100 vatios durante 3 minutos en cada lado y a continuación se saturó con dicho reactivo y se iluminó durante 4 minutos utilizando dos lámparas Dymax (PC-2, bombillas de 400 vatios de halogenuro metálico/vapor de mercurio) a 15,2 cm de la estera en cada lado. La estera tratada se dejó secar al aire. Este tratamiento dio como resultado una estera completamente saturada con agua.

ES 2 342 910 T3

Ejemplo 6

La estera de PP fundida por soplado se hizo humectable tal como se describió en el ejemplo 5, excepto por el hecho de que se utilizó poliacrilamida fotoactivable (PA04 que se proporcionó por BSI Corporation) como reactivo en 1,0 g/l en agua.

Ejemplo 7

La estera de polipropileno (PP) fundida por soplado se hizo humectable utilizando el agente reticulante fotoactivable, PR03 (proporcionado por BSI Corporation) para inmovilizar polivinilpirrolidona (PVP, BASF K90). Se disolvió PR03 a 0,25 g/l y PVP a 2,0 g/l en IPA al 25% en agua. Se saturó el PP fundido por soplado con esta disolución y se procesó una vez en cada lado a través de una cinta transportadora a 152 cm por minuto, bajo una fuente de luz de Fusion Systems que estaba a 3,5 pulgadas de la estera. La fuente de luz de Fusion Systems P-300, con bombilla H de 300 vatios/pulgada. A continuación, la estera tratada se dejó secar al aire. Este tratamiento dio como resultado una estera completamente saturada con agua y mojada por efecto mecha 5 cm en 66 segundos.

Ejemplo 8

Se mezcló politetrahidrofurano [BASF poli THF 2000] al 25% en peso, con polipropileno con un elevado flujo de fusión. Se alimentó la mezcla a una extrusora de husillo único y se extrajeron los filamentos de la mezcla. Se dejaron enfriar los filamentos al aire y a continuación, se cortaron en microgránulos. A continuación, se mezcló el concentrado de poliTHF, al 20% en peso, con polipropileno con un flujo de fusión más alto y se alimentó a otra extrusora. Esta extrusora estaba equipada con una boquilla de fusión por soplado y se formó la estera de polipropileno. La estera resultante presentó un denier bajo y se saturó completamente con agua y ácido.

Ejemplo 9

Se añadieron Atmul 124 [mono y diglicéridos de ácidos grasos] de Humko Chemical de American Ingredience, al 25% en peso, a polipropileno. Se mezcló el material y se extruyó para proporcionar filamentos utilizando una extrusora de husillo único. Tras el enfriamiento al aire se cortaron los filamentos de polímero en microgránulos. A continuación, se mezclaron los gránulos de concentrado de Atmul 124, al 5-10% en peso, con polvo de polipropileno con un alto flujo de fusión y se formó la estera fundida por soplado. La estera resultante presentó un denier bajo y se saturó completamente con agua.

Ejemplo 10

Se añadió el aditivo Masil SF 19[®] [copolímero de dimetilsilano-oxialquilenos] de PPG, al 25% en peso, a polipropileno. Se mezcló el material y se extruyó para dar filamentos utilizando una extrusora de husillo único. Tras el enfriamiento al aire se cortaron los filamentos de polímero en microgránulos. A continuación, se añadió el concentrado de Masil SF 19[®], al 5-10% en peso, al polipropileno y se formó la estera fundida por soplado. La estera presentó un denier bajo y se saturó completamente con agua.

Cuando se humedece con agua o ácido, el líquido presenta un efecto mecha a través de toda la estructura total y el líquido se absorbe completamente por el separador. En la práctica, se añade suficiente ácido, de tal manera que entre el 85 y el 95% del volumen de cavidad se satura. El espacio restante está en forma de una estructura porosa interconectada vacía, lo cual permite la transferencia de gas entre los electrodos.

REIVINDICACIONES

1. Separador de batería para su utilización entre los electrodos de una batería recombinante de tipo plomo-ácido, comprendiendo dicho separador una estera no comprimida de fibras de polímero poliolefínico termoplástico fundidas por soplado unidas térmicamente que presentan un diámetro medio de poro en el intervalo comprendido entre 8 y 12 micrómetros, presentando por lo menos el diez por ciento de dichas fibras unos diámetros inferiores a un micrómetro y presentando por lo menos el sesenta por ciento de dichas fibras diámetros inferiores a cinco micrómetros, presentando dichas fibras un área de superficie mayor que 1 m²/g, presentando dicha estera una porosidad frente a los líquidos de por lo menos el 90 por ciento y presentando un volumen de cavidad del cinco al quince por ciento tras la carga con ácido líquido para permitir la transmisión de gas, tratándose dichas fibras con un agente seleccionado de entre el grupo constituido por polivinilpirrolidona y poliacrilamida para hacer que sean humectables en ácido, adaptándose dicho separador para absorber completamente dicho ácido líquido, en el que dicha estera no comprimida hace referencia a no modificar dicha estera mediante un procedimiento tal como calentamiento a compresión.

2. Separador de batería según la reivindicación 1, en el que dicho agente se une de manera covalente a dichas fibras.

3. Separador de batería según la reivindicación 1, en el que dicho agente está contenido dentro de dichas fibras.

4. Almohadilla de separador de batería según la reivindicación 1, en la que dicha estera contiene más del 15% de fibras de polímero que presentan un diámetro inferior a un micrómetro.

5. Separador de batería según la reivindicación 1, en el que dicho polímero es polipropileno.

6. Separador de batería según la reivindicación 5, en el que dicho polipropileno es polipropileno de metaloceno que presenta una distribución de peso molecular (MWD) comprendido entre 1,0 y 3,5.

7. Separador de batería según la reivindicación 1, en el que dicho agente es un polímero hidrófilo unido químicamente a dichas fibras de polímero.

8. Separador de batería según la reivindicación 7, en el que dicho polímero hidrófilo es fotoactivable.