

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 553**

51 Int. Cl.:

**B03B 5/36** (2006.01)

**B29B 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2017 E 17175709 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019 EP 3272421**

54 Título: **Separador para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de los sedimentos y el uso del separador**

30 Prioridad:

**23.07.2016 DE 102016008966**

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

**11.11.2019**

73 Titular/es:

**ALFRED-WEGENER-INSTITUT HELMHOLTZ-  
ZENTRUM FÜR POLAR- UND  
MEERESFORSCHUNG (100.0%)  
Am Handelshafen 12  
27570 Bremerhaven, DE**

72 Inventor/es:

**GERDTS, GUNNAR, DR.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 730 553 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 para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de los sedimentos y el uso del separador

5 La invención se refiere a un separador para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de sedimentos con un bloque de base con una entrada de líquido, un conjunto de cribado, un tubo de separación y un bloque del cabezal con una salida de partículas micro plásticas, así como con una salida de líquido, una entrada de sedimento y una salida de sedimento y al uso del separador en un procedimiento para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de sedimentos.

**Estado actual de la técnica**

10 Los microplásticos comprenden tanto partículas primarias, por ejemplo, pellets de base y gránulos en cosméticos, productos de higiene y limpieza, como también partículas secundarias que han sido fragmentadas por acción física, química y biológica a partir de recipientes macro plásticos de todo tipo, pero también de tejido fibroso. Las partículas microplásticas muestran un área de superficie mucho mayor en comparación con las macro plásticas, que repelen el agua y promueven las concentraciones y la adsorción de contaminantes.

15 Los residuos plásticos que se encuentran en el mar tienen un período desintegración extremadamente prolongado. Debido a las condiciones climatológicas y al agua, se descompone lentamente y se convierte en micro plástico, que se hunde al fondo marino y es ingerido por los animales marinos. La propagación de microplásticos en el entorno marino está cada vez más documentada. En prácticamente cada kilogramo de sedimentos de arena se encuentran ahora partículas microplásticas con un diámetro de entre 38µm y 1mm.  
20 Las partículas microplásticas presentes en estas grandes fracciones corresponden al sedimento natural o al fitoplancton, por lo que se puede suponer que toda una serie de organismos marinos, comenzando por los microorganismos como el zooplancton, mariscos, la arenícola marina, hasta aves marinas y peces, ingieren plásticos y son afectados por efectos eventualmente dañinos. Los seres humanos también se ven afectados porque los contaminantes liberados por los plásticos se acumulan, por ejemplo, en mariscos o peces marinos y son ingeridos por ellos. Por lo tanto, la investigación está sujeta a diferentes pretensiones. Por un lado, se trata de optimizar el muestreo, la detección, la identidad y la cuantificación de las partículas micro plásticas. Por otro lado, se deben realizar estudios fundamentales sobre su distribución en el medio ambiente y los enfoques experimentales de su modo de acción. La presente invención se refiere a la optimización del muestreo.

30 En una metodología común para la detección de microplásticos se separan de muestras de sedimentos las partículas más ligeras del sedimento relativamente más pesado por separación por densidad (densidad de la arena de unos 2,65g/cm<sup>3</sup>). Para esto, el sedimento se mezcla y se agita con una solución salina saturada (u otras soluciones). El sobrenadante (suspensión) se vierte sobre un filtro y se separa del líquido (por lo general, mediante filtración al vacío). Aquí ya se observan varias desventajas en la metodología: Ni el tiempo de  
35 agitación ni el tiempo de espera ni de asentamiento de las partículas de sedimento de la suspensión se dan de manera uniforme o están estandarizados. El sobrenadante se encuentra en el método descrito inicialmente "turbio" y en los filtros termina relativamente mucho sedimento, si se vierte demasiado pronto. El proceso de vertido también es difícil de estandarizar. Para tratar las cuestiones de investigación relevantes y los requisitos de la Directiva Marco Europea para el Agua surgen requisitos metodológicos similares, y de este modo fue desarrollado en la Universidad Ludwig-Maximilian en Múnich, el denominado "Separador de sedimentos de plástico de Múnich" que se basa en el principio de separación por flotación debido a diferentes densidades ya descrito.

El "Separador de sedimentos de plástico de Múnich" se conoce, por ejemplo, de la publicación "Un método  
45 novedoso y altamente eficiente para la separación y cuantificación de partículas de plástico en sedimentos de ambientes acuáticos" (H.K. Imhof et al., Limnol. Oceanogr.: Métodos 10, 212, 524-537) y funciona de acuerdo con el principio de separación por densidad. Como elemento básico, el separador conocido presenta un recipiente de agitación con una válvula de líquidos bidireccional para la entrada y salida de líquidos. El recipiente de agitación se llena con un líquido de separación de alta densidad. En el recipiente de agitación se encuentra una hélice impulsada de forma eléctrica que sirve para agitar el líquido en el recipiente de agitación.  
50 Sobre el recipiente de agitación, se dispone una cámara de separación con forma de cono truncado. En la parte superior de la cámara de separación se encuentra una entrada de sedimento a través de la cual se introduce el sedimento al recipiente de agitación con el líquido agitado por la hélice. Después de un tiempo de agitación y de reposo, es montado un bloque del cabezal en la cámara de separación. El bloque del cabezal está formado como una unidad de recolección de partículas microplásticas desmontable que posee al menos una ventilación,  
55 una válvula de partículas bidireccional y una salida de partículas micro plásticas. El líquido de separación se descarga a través de la válvula de líquidos y posteriormente se vuelve a alimentar a través de la válvula de líquidos, que fluye hasta la unidad de recolección de microplásticos cuando la válvula de partículas se encuentra abierta. Las partículas microplásticas contenidas suben debido a su baja densidad en el líquido de separación hasta la unidad de recolección de partículas micro plásticas. Esta presenta una mirilla para la observación de la acumulación de partículas micro plásticas. La válvula de partículas se cierra y la unidad se ventila. Después  
60

de la extracción y la inversión de la unidad, las partículas microplásticas recogidas se descargan a través de un embudo mediante la aplicación de un vacío.

Aunque el separador conocido ya presenta una muy alta eficiencia en la separación, puede tener la desventaja de que disponga de una hélice en el recipiente de agitación, ya que esta puede cambiar la forma de la partícula microplástica debido a daño mecánico durante la agitación. Además, se requieren grandes cantidades de líquido de separación ya que la cámara de separación cónica presenta un gran volumen.

Además del principio de separación basado en la densidad, existe también el principio de separación basado en la adsorción (principio de flotación), en el que las partículas que deben separarse se adsorben y recogen en las burbujas de aire ascendentes y en las moléculas líquidas. Un separador basado en ello se conoce a partir de la publicación "Nuevas técnicas para la detección de microplásticos en sedimentos y organismos recolectados en campo" (M. Claessens et al., Marine Pollution Bulletin 70 (2013) 227-233). A partir de este separador con su principio de diseño mecánico se basa la presente invención como el estado de la tecnología más cercano. En un bloque de base como mecanismo de apoyo para el separador se encuentra una entrada de líquidos. En el bloque de base, se prevé un montaje de bridas que sujeta un conjunto de cribado. Este consiste en un portafiltro de 1mm en el que se dispone una malla de 38µm. Por lo tanto, las partículas microplásticas con un diámetro de menos de 38µm no permanecen en el separador. En el montaje de bridas se dispone de forma vertical un tubo de separación cilíndrico (longitud 1,47m, diámetro 15cm) con una sección de separación completamente recta. En el tubo de separación se dispone un bloque del cabezal montado de forma fija, que presenta una salida de líquido. Junto con el líquido también se descargan a través del bloque del cabezal las partículas microplásticas, de modo que al mismo tiempo se trata de una salida de partículas microplásticas. Dado que el bloque del cabezal está conectado firmemente al tubo de separación, la salida de partículas microplásticas también está siempre firmemente conectada al tubo de separación. En la parte superior el bloque del cabezal presenta además una entrada y salida de sedimentos. Después del llenado con el sedimento en el tubo de separación a través de la entrada de sedimentos en el bloque del cabezal, se introduce agua en el tubo de separación a través de la entrada de líquidos en el bloque de base. Esto fluye a través del tubo de separación y del sedimento que se encuentra en su interior y, junto con las partículas microplásticas enjuagadas, deja el separador a través de la salida de líquidos o partículas microplásticas en el bloque del cabezal. Las partículas microplásticas enjuagadas se recogen en una segunda malla de 38µm. El sedimento usado se vacía a través de una salida de sedimentos en el bloque del cabezal.

Para mejorar el aumento de la adsorción de las partículas microplásticas, se prevé en el separador conocido un suministro de aire en el extremo inferior del tubo de separación. Este consiste en tres dispositivos de ventilación, a través de los cuales se inyecta aire en el sedimento y en el agua. El aire inyectado mueve el líquido y remueve el sedimento. Las partículas microplásticas no solo se unen por adsorción a las moléculas de agua sino también a las burbujas de aire. El suministro de aire remueve con fuerza el sedimento. Por lo tanto, existe el riesgo de que las partículas microplásticas se modifiquen en sus dimensiones de tamaño, de modo que ya no sea posible obtener conclusiones confiables sobre su presencia original en el sedimento. Además, en el principio de flotación, es de esperarse que no se unan todas las partículas microplásticas existentes y, por lo tanto, se extraigan (baja eficiencia de extracción), de modo que no sea posible una afirmación cuantitativa confiable sobre la presencia de partículas microplásticas en el sedimento de la muestra examinada.

El documento EP 2 359 937 A2 describe un dispositivo de separación para organismos bentónicos (vivos) de sedimentos de aguas profundas de mar en el que en un embudo se genera simultáneamente un flujo de agua radial y axial, de modo que los organismos en la columna de agua en remolino pueden ser liberados de los sedimentos sin un fuerte efecto de presión y sin tejido de impresión. Por lo tanto, se encuentran elementos de movimiento de líquidos en forma de boquillas de entrada especiales en la base del embudo y en las paredes. Debido a las corrientes de agua generadas, las partículas microplásticas pueden dañarse por colisiones.

### Alcance

A partir del estado actual de la tecnología más cercana, por lo tanto, el objetivo de la presente invención es desarrollar el separador genérico de modo que permita la mayor eficiencia de extracción posible junto con una extracción sin daños de las partículas microplásticas originales. Además, el separador reivindicado por la presente invención debería encontrar su aplicación en un procedimiento ventajoso para la extracción de partículas microplásticas, en el que pueden integrarse fácilmente los etapas de limpieza. La solución a este problema se puede encontrar en la reivindicación principal. Los desarrollos ventajosos de la presente invención se muestran en las reivindicaciones posteriores y se explican en más detalle a continuación en relación con la presente invención. La reivindicación del procedimiento muestra una solución para la aplicación, junto con las posibles modificaciones, a continuación, también se explicará en más detalle el método reivindicado.

El separador reivindicado de acuerdo con la presente invención se caracteriza porque la salida de líquidos está dispuesta en el bloque de base, porque no se prevén elementos de movimiento de líquido en el tubo de separación, porque la entrada de sedimentos se prevé directamente en el extremo superior del tubo de separación y porque el bloque del cabezal está formado como una unidad de recolección de partículas

microplásticas desmontable con al menos una ventilación, una válvula de partículas bidireccional y la salida de partículas micro plásticas, en el que el bloque de base sujeta el conjunto de cribado y por encima se prevé una brida, que está unida al tubo de separación de forma que pueda ser liberada.

5 En el separador de acuerdo con la presente invención, se proporciona una disposición estructural que permite una combinación del procedimiento de separación basado en la densidad con el procedimiento de separación basado en la adsorción en la separación de partículas, en donde cuyas ventajas se combinan y se evitan sus desventajas. Con el separador reivindicado por la presente invención se logra una eficiencia en la extracción muy alta (prácticamente del 100%) con una preservación de las partículas microplásticas en el estado original. El acrónimo común "MPSS" para "Separador de sedimentos de plástico de Múnich" (siglas en inglés) también  
10 puede conservarse para el separador de acuerdo con la presente invención, pero ahora con la composición "Separador de sedimentos de micropartículas de plástico" (siglas en inglés).

En primer lugar, para lograr las buenas propiedades del separador reivindicado, se dispone la salida de líquidos en el bloque de base. Por lo tanto, se puede hacer uso del tubo de separación con una columna de líquido. Se evita el enjuague del sedimento (y de las partículas microplásticas contenidas) por medio de un flujo constante a través del tubo de separación. El tubo de separación puede llenarse con líquido desde el bloque de base y también puede volverse a vaciar. Son posibles los etapas de enjuague del sedimento introducido antes de la extracción en sí. Una identificación de acuerdo con la presente invención particularmente importante del separador reivindicado consiste en que no se prevén elementos de movimiento de líquidos en el tubo de separación. Por lo tanto, no se emplea una hélice mezcladora, como se usa en el principio de separación basado en la densidad en la cámara de separación, ni una ventilación giratoria, como se usa en el principio de separación basada en la adsorción en el tubo de separación. Sobre las partículas microplásticas actúan solo la fuerza de flotación y la fuerza de adsorción, pero ninguna fuerza de corte. En el separador de acuerdo con la presente invención, por lo tanto, ciertamente se asegura que las partículas microplásticas a detectar no se dañen en sus dimensiones originales durante la extracción. Como resultado, con el separador reivindicado es  
15 posible obtener una afirmación de muy alta calidad sobre la presencia correcta de las partículas microplásticas en el sedimento de la muestra examinada.

Además, en el separador de acuerdo con la presente invención se prevé que la entrada de sedimentos esté dispuesta directamente en el extremo superior del tubo de separación. La salida de sedimentos puede estar dispuesta de manera preferente y ventajosa en el extremo inferior del tubo de separación. Para esto, el bloque del cabezal no es necesario ni al introducir ni al eliminar el sedimento y, por lo tanto, está protegido de la contaminación. Son posibles una limpieza particularmente simple del tubo de separación y una cómoda introducción y remoción del sedimento. El tubo de separación no presenta elementos que obstaculicen u obstruyan, puede ser llenado fácilmente con sedimento a través de su sección transversal. Lo mismo se aplica a la limpieza del tubo de separación.

35 Finalmente, de acuerdo con la presente invención, el bloque del cabezal del separador reivindicado se forma como una unidad de recolección de partículas microplásticas desmontable con al menos una ventilación, una válvula de partículas bidireccional y la salida de partículas micro plásticas. Las partículas microplásticas que se elevan en un líquido correspondiente de acuerdo con el principio de separación basado en la densidad se recolectan de manera confiable en la unidad de recolección de partículas microplásticas y, después de su extracción del extremo superior del tubo de separación, pueden moverse fácilmente a otra ubicación. La ventilación sirve para suministrar aire al interior del tubo de separación para facilitar el desmontaje de la unidad de recolección de partículas micro plásticas. Sin embargo, esta ventilación no produce un remolino del sedimento o del líquido en el tubo de separación. Para el funcionamiento de la unidad de recolección de partículas microplásticas con sus componentes individuales, se hace referencia a la parte de la descripción  
40 específica.

Para asegurar que todas las partículas microplásticas presentes en el sedimento de la muestra examinada se recolecten en la unidad de recolección de partículas micro plásticas, se requiere una sección de separación suficientemente larga y un tiempo de separación suficientemente prolongado. La sección de separación larga y completamente recta es proporcionada por el tubo de separación en el separador de acuerdo con la presente  
50 invención. El tiempo de separación suficiente se logra en el separador reivindicado por medio de un tiempo de reposo lo suficientemente prolongado del sedimento en el líquido de separación. Para esto es ventajoso que los procesos puedan ser observados en la unidad de recolección de partículas micro plásticas. Por lo tanto, de manera preferente y ventajosa según una primera forma de realización del separador reivindicado, la unidad de recolección de partículas microplásticas presenta además una mirilla y/o un embudo de descarga. El embudo de descarga, después de invertir la unidad de recolección de partículas microplásticas llena y desmontada, se asegurará de que todas las partículas microplásticas recolectadas puedan transferirse con seguridad a otro recipiente colector. Para implementar la sección de separación larga en el tubo de separación, también es ventajoso y preferido si, de acuerdo con otra realización de la presente invención, el tubo de separación se forma como un cilindro con un diámetro pequeño respecto a su largo. Esto también tiene la ventaja de que la cantidad de líquidos requeridos para la limpieza y separación es relativamente baja. Por otro lado, en la cámara de separación conocida en forma de cono, se necesita una gran cantidad de líquido de separación de alta densidad, que debe mantenerse en existencia y también es costoso. Con fines  
55 60

experimentales, también es ventajoso y preferido si el tubo de separación es transparente, de modo que los procesos de elevación pueden observarse en el tubo de separación. Pero en el uso permanente, el tubo de separación puede consistir en un material no transparente, como el acero.

5 Para el llenado y el vaciado del separador, se requiere que sea desmontado más a menudo y, a continuación, sea vuelto a montar. Para eso es preferible y ventajoso que, de acuerdo con la siguiente forma de realización de acuerdo con la presente invención se prevea que el tubo de separación esté conectado de manera desmontable a la unidad de partículas microplásticas y/o al bloque de base por medio de abrazaderas ajustables. Las abrazaderas ajustables aseguran un montaje y desmontaje rápido y repetible muchas veces, pero en donde los componentes de todos modos están unidos con un buen sellado. Preferiblemente, las bridas pueden estar unidas entre sí por medio de abrazaderas ajustables. Estas pueden colocarse de una manera sencilla, ya que en el separador reivindicado de acuerdo con la presente invención se prevé que el bloque de base sujete el conjunto de cribado y, por encima de él, se prevea una brida que esté unida al tubo de separación de forma que pueda ser liberada. Por medio de la disposición del conjunto de cribado en el bloque de base, durante el desmontaje puede quitarse en primer lugar el tubo de separación, en donde el conjunto de cribado permanece sobre el bloque de base. Allí también puede quitarse y, a continuación, limpiarse. Además, es preferible y ventajoso de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, que el conjunto de cribado comprenda un soporte, un tamiz de gasa y un sellado superior e inferior. El soporte puede tratarse, por ejemplo, de un filtro de malla gruesa o de un soporte de placa perforada. El soporte sirve para sostener el tamiz de gasa y presenta aberturas de etapa para que los líquidos puedan fluir a través. El tamiz de gasa, que puede consistir, por ejemplo, en una malla de acero inoxidable, es una malla particularmente fina y de manera preferible y ventajosa presenta un tamaño de malla de 10µm. Las partículas microplásticas con un diámetro más pequeño podrán pasar. Estas se tratan especialmente de impurezas no deseadas. Pero las partículas microplásticas con un diámetro más pequeño también podrán pasar. Sin embargo, esto no es crítico porque el límite de resolución de los dispositivos de medición para la detección es superior a lo 10µm, de modo que las partículas más pequeñas de todos modos no pueden ser detectadas. Las juntas, que pueden consistir, por ejemplo, en silicona, sirven para el sellado seguro de la disposición de junta en relación con el bloque de base y el tubo de separación.

En comparación con el estado actual de la tecnología, el separador de acuerdo con la presente invención no solo presenta una entrada de líquidos en el bloque de base, sino también una salida de líquidos. De este modo, los líquidos pueden ser tanto introducidos en el tubo de separación, así como ser expulsados de este. Para esto, es preferible y ventajoso según otra forma de realización de la presente invención, que la entrada de líquidos y la salida de líquidos se formen en el bloque de base a partir de una válvula de líquido bidireccional. Dado que no se requiere la introducción y descarga simultáneas de líquidos, entonces el llenado y el vaciado del tubo de separación pueden realizarse a través de esta única válvula de líquido. Otros detalles de construcción del procesador de muestras múltiples reivindicado y sus formas de realización preferidas se pueden encontrar en los ejemplos de realización.

40 Junto con la explicación anterior del separador reivindicado con la presente invención y las modificaciones señaladas ya se han indicado también algunos etapas de proceso factibles con el mismo. El separador reivindicado puede emplearse de manera particularmente ventajosa y preferible en un proceso para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de sedimentos por medio de los siguientes etapas:

- llenado de sedimentos en el tubo de separación a través de la entrada de sedimentos,
- montaje de la unidad de partículas microplásticas en el extremo superior del tubo de separación de forma que pueda ser liberada, en donde la válvula de partículas bidireccional se encuentra en la unidad de partículas microplásticas en la abertura en dirección del tubo de separación,
- 45 • llenado del tubo de separación con un primer líquido de enjuague a través de la entrada de líquidos en el bloque de base y a través del conjunto de cribado,
- vaciado del tubo de separación del primer líquido de enjuague a través de la salida de líquidos en el bloque de base y a través del conjunto de cribado,
- 50 • llenado del tubo de separación y de la unidad de partículas microplásticas con un líquido de separación de alta densidad a través de la entrada de líquidos en el bloque de base y del conjunto de cribado, en el que el líquido de separación permanece por un período suficiente en el tubo de separación y en la unidad de partículas microplásticas para una separación completa e impermeabilizada de las partículas microplásticas del sedimento en la unidad de partículas micro plásticas,
- cierre de la válvula de partículas bidireccionales y ventilación de la unidad de partículas micro plásticas,
- 55 • vaciado del tubo de separación del líquido de separación de alta densidad a través de la salida de líquidos en el bloque de base y a través del conjunto de cribado y

- desmontaje de la unidad de partículas microplásticas del tubo de separación, inversión de la unidad de partículas microplásticas desmontada y apertura de la válvula de partículas bidireccional para la descarga de las partículas microplásticas recogidas.

5 Una ventaja particular del separador reivindicado es la posibilidad de poder llevar a cabo etapas de enjuague en el sedimento de la muestra a analizar antes de la separación en sí. De este modo se logra una mejora de los resultados de medición. Por lo tanto, en una modificación del proceso, también puede ser preferible y ventajoso que, después de llenar y vaciar el tubo de separación con un primer líquido de enjuague, se lleve a cabo un nuevo llenado y vaciado del tubo de separación con un segundo líquido de enjuague. Pueden llevarse a cabo más etapas de enjuague sin inconvenientes. De acuerdo con otra modificación del proceso, es posible emplear, de forma preferible y ventajosa, agua de alta pureza como primer líquido de enjuague, una solución acuosa de tensioactivo como segundo líquido de enjuague y/o una solución acuosa salina como un líquido de separación de alta densidad. En particular, puede ser ventajoso y preferido que la solución acuosa salina se trate de una solución acuosa de cloruro de cinc. Cuando se utiliza agua de alta pureza, puede evitarse la nueva entrada de contaminantes en el rango de micras. Una solución de tensioactivo limpia y mejora la adhesión de las partículas microplásticas a las moléculas de agua al disminuir la tensión superficial. Finalmente, en el procedimiento de acuerdo con otra modificación, de forma preferible y ventajosa puede preverse que después de la descarga de las partículas microplásticas recogidas, el tubo de separación, el conjunto de cribado y/o la unidad de partículas microplásticas sean limpiadas del sedimento. El separador reivindicado con la presente invención vuelve a estar entonces listo para su próximo uso.

## 20 Ejemplos de realización

A continuación, el separador para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de sedimentos de acuerdo con la presente invención y sus modificaciones ventajosas se explicarán en más detalle con referencia a las figuras esquemáticas para una mejor comprensión de la presente invención en relación a ejemplos de realización. En este caso la

25 Figura 1 ilustra una estructura básica del separador en una vista en perspectiva y

Figura 2 un diagrama de flujo para la aplicación del separador en un proceso para la separación a base de líquido de micropartículas de plástico de sedimentos.

30 La Figura 1 muestra un separador 01 para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de sedimentos en una vista esquemática. Un bloque de base 02 en el extremo inferior del separador 01 sirve como superficie de base. El bloque de base 02 presenta en su parte lateral una entrada de líquidos 03 y una salida de líquidos 04, que están conectadas de manera fluida al interior de un tubo de separación 05. La entrada de líquidos 03 y la salida de líquidos 04 están unidas en el ejemplo de realización seleccionado en una válvula de líquido bidireccional 06 (entrada y salida de líquidos) (por ejemplo, una válvula de bola simple). En el bloque de base 02, se prevé un conjunto de cribado 08 por debajo de una brida 07. Este consiste en el ejemplo de realización ilustrada de un soporte 09, un tamiz de gasa 10 y una junta superior 11, así como una junta inferior 12. El tamiz de gasa 10 presenta un ancho de la malla de 10µm. Las dos juntas 11, 12 están diseñadas de forma anular y están elaboradas a partir de silicona. La brida 07 está atornillada con el bloque de base 02 (tornillos indicados) con el conjunto de cribado 08 entremedio.

40 El tubo de separación 05 está unido de forma que pueda ser liberado a través de una abrazadera inferior 13 al bloque de base 02, respectivamente, con la brida atornillada 07. La abrazadera 13 tiene una bisagra y un bloqueo opuesto. Con semiesferas intermedias en forma de U, la abrazadera 13 rodea lengüetas opuestas en el tubo de separación 05 y en el bloque base 02. Después de cerrar el bloqueo, las lengüetas se presionan una con otra. El tubo de separación 05 está formado como un cilindro con un diámetro pequeño respecto a su largo. Por lo tanto, presenta una larga sección de separación 14, al mismo tiempo, con un volumen relativamente pequeño (bajo consumo de líquidos a ser utilizados). En el ejemplo de realización mostrado, el tubo de separación 05 es transparente, por ejemplo, elaborado a partir de vidrio acrílico, de modo que su espacio interno 15 puede ser observado. Puede observarse claramente que en el espacio interno 15 del tubo de separación 05 no se encuentran elementos instalados y, en particular, no hay elementos de movimiento de líquidos. De este modo, las partículas microplásticas tampoco pueden ser dañadas por estos. Alternativamente, el tubo de separación 05 también puede consistir en un tubo de acero no transparente u otro tubo de metal.

55 En el extremo superior del tubo de separación 05, se prevé una entrada de sedimentos 16 y en el extremo inferior del tubo de separación se prevé una salida de sedimentos 17. En ambos casos se trata de la sección transversal de entrada sin interrupciones del tubo de separación 05. Esta es fácil de manejar cuando se desmonta un bloque del cabezal 18 o la brida 07. Junto con el sedimento, también se introducen en el tubo de separación 05 las partículas microplásticas a detectar. La entrada de sedimentos 16, por lo tanto, también es al mismo tiempo una entrada de partículas microplásticas 19. El bloque del cabezal 18 tiene la forma de una unidad de recolección de partículas microplásticas desmontable 20. La conexión de forma que pueda ser liberado al tubo de separación 05 tiene lugar a través de una abrazadera superior 21. El principio de la abrazadera superior 21 corresponde al de la abrazadera inferior 13, pero en este caso se unen lengüetas entre

## ES 2 730 553 T3

sí al tubo de separación 05 y la unidad de recolección de partículas microplásticas 20 de forma que pueda ser liberadas. La unidad de recolección de partículas microplásticas 20 consiste en un ejemplo de realización ilustrado en una ventilación 22, una válvula de partículas bidireccional (entrada y salida de partículas) 23 (por ejemplo, una válvula de bola) y una salida de partículas microplásticas 24. Además, dispone además de una mirilla 25 y un embudo de descarga 26 para las partículas microplásticas recogidas.

El modo de funcionamiento del separador 01 se ilustra a continuación de acuerdo con la Figura 2 por medio de la explicación de su aplicación en un proceso para la separación a base de líquido de partículas microplásticas de sedimentos. Para ello, las imágenes individuales indicadas con letras mayúsculas muestran diferentes etapas de proceso (los números de referencia que no se muestran aquí deben tomarse de la Figura 1).

- 10 A Llenado del tubo de separación 05 con sedimento 27 a través de la entrada de sedimento 16
- B Montaje de la unidad de recolección de partículas microplásticas 20 y apertura de la válvula de partículas bidireccional 23 y llenado del tubo de separación 05 con el primer líquido de enjuague 28 (aquí agua de alta pureza) a través de la válvula de líquido bidireccional 06 y el tamiz de gasa 10
- C primer enjuague del sedimento 27
- 15 D Drenaje del primer líquido de enjuague 28 a través de la válvula de líquido bidireccional 06 y el tamiz de gasa 10 (primera limpieza del sedimento 27)
- E Llenado del tubo de separación 05 con el segundo líquido de enjuague 29 (aquí solución de tensioactivo) a través de la válvula de líquido bidireccional 06 y el tamiz de gasa 10
- F segundo enjuague del sedimento 27
- 20 G Drenaje del segundo líquido de enjuague 29 a través de la válvula de líquido bidireccional 06 y el tamiz de gasa 10 (segunda limpieza del sedimento 27 y mejora de la adsorción de las partículas microplásticas a las moléculas de agua)
- H Llenado del tubo de separación 05 y la unidad de recolección de partículas microplásticas 20 con un líquido de separación de alta densidad 30 (aquí, solución de cloruro de zinc) a través de la válvula de líquido bidireccional 06 y el tamiz de gasa 10
- 25 I Inicio del tiempo de reposo con distribución uniforme de las partículas 31, 32 en el tubo de separación 05 y la unidad de recolección de partículas microplásticas 20
- J Separación basada en densidad de las partículas microplásticas ligeras 31 de las partículas más pesadas de sedimento 32 (desplazamiento de todas las partículas microplásticas 31 a la unidad de recolección de partículas microplásticas 20, descenso de las partículas de sedimento 32)
- 30 K Fin del tiempo de reposo y cierre de la válvula de partículas bidireccional 23
- L Ventilación de la unidad de recolección de partículas microplásticas 20 a través de la ventilación 22 y drenaje del líquido de separación de alta densidad 30 a través de la válvula de líquido bidireccional 06 y el tamiz de gasa 10
- 35 M Desmontaje e inversión de la unidad de recolección de partículas microplásticas 20 y
- N Apertura de la válvula bidireccional de partículas 23 en la unidad de recolección de partículas microplásticas 20 y descarga (dado el caso, por generación de vacío) de las partículas microplásticas recogidas 31 a través de un embudo de descarga 26 en un recipiente colector 33.

40 Las partículas microplásticas recogidas 31 se someten entonces a un examen con un método de detección para la calificación y cuantificación.

Después de retirar las partículas microplásticas 31, se limpia el separador 01. Para este propósito, primero se retira el tubo de separación 05 de la brida 07 al abrir la abrazadera inferior 13. El sedimento 27 liberado de las partículas microplásticas 31 puede recogerse entonces a través de la salida de sedimento 17 en otro recipiente colector y, dado el caso, ser desechado. El conjunto de cribado 08 se retira y se limpia al aflojar el tornillo entre la brida 07 y el bloque de base 02. Asimismo, la unidad de partículas microplásticas 20 se limpia del sedimento 27. A continuación, se vuelven a ensamblar todos los componentes y el separador 01 está listo nuevamente para su uso. En este caso, se utiliza, por ejemplo, otro conjunto de cribado 08, en particular con otros anchos de malla.

**Listado de referencias**

	01	Separador
	02	Bloque de base
	03	Entrada de líquidos
5	04	Salida de líquidos
	05	Tubo de separación
	06	Válvula de líquido bidireccional
	07	Brida
	08	Conjunto de cribado
10	09	Soporte
	10	Tamiz de gasa
	11	Junta superior
	12	Junta inferior
	13	Abrazadera inferior
15	14	Sección de separación
	15	Espacio interno
	16	Entrada de sedimento
	17	Salida de sedimento
	18	Bloque del cabezal
20	19	Entrada de partículas micro plásticas
	20	Unidad de recolección de partículas micro plásticas
	21	Abrazadera superior
	22	Ventilación
	23	Válvula de partículas
25	24	Salida de partículas micro plásticas
	25	Mirilla
	26	Embudo de descarga
	27	Sedimento
	28	Primer líquido de enjuague
30	29	Segundo líquido de enjuague
	30	Líquido de separación de alta densidad
	31	Partículas micro plásticas
	32	Partículas de sedimento
	33	Recipiente colector
35		

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Separador (01) para la separación a base de líquido de partículas microplásticas (31) de sedimentos (27) con un bloque de base (02) con una entrada de líquido (03), un conjunto de cribado (08), un tubo de separación (05) y un bloque de cabezal (18) con una salida de partículas microplásticas (24), así como con una salida de líquido (04), una entrada de sedimento (16) y una salida de sedimento (17),  
caracterizado por que,  
la salida de líquidos (04) está dispuesta en el bloque de base (02), porque no se prevén elementos de movimiento de líquido en el tubo de separación (05), porque la entrada de sedimentos (16) se prevé directamente en el extremo superior del tubo de separación (05) y porque el bloque del cabezal (18) está formado como una unidad de recolección de partículas microplásticas (20) desmontable con al menos una ventilación (22), una válvula de partículas bidireccional (23) y la salida de partículas microplásticas (24), en el que el bloque de base (02) sostiene el conjunto de cribado (08) y por encima se prevé una brida (07), que está unida al tubo de separación (05) de forma que pueda ser liberada.
- 10
2. Separador (01) según la reivindicación 1,  
15 caracterizado por que  
la unidad de recolección de partículas microplásticas (20) presenta además una mirilla (25) y/o un embudo de descarga (26).
3. Separador (01) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2,  
caracterizado por que  
20 el tubo de separación (05) está formado como un cilindro con un diámetro pequeño respecto a su largo.
4. Separador (01) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
caracterizado por que  
el tubo de separación 05 está diseñado para ser transparente.
5. Separador (01) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
25 caracterizado por que  
el tubo de separación (05) está conectado de manera desmontable a la unidad de partículas microplásticas (20) y/o al bloque de base (02) por medio de abrazadera ajustables (13, 21).
6. Separador (01) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
caracterizado por que  
30 en el extremo inferior del tubo de separación (05) se prevé la salida de sedimentos (17).
7. Separador (01) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
caracterizado por que  
el conjunto de cribado (08) comprende un soporte (09), un tamiz de gasa (10) y una junta superior e inferior (11, 12).
- 35 8. Separador (01) según la reivindicación 7,  
caracterizado por que  
el tamiz de gasa (10) presenta un tamaño de la malla de 10µm.
9. Separador (01) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
caracterizado por que  
40 la entrada de líquidos y la salida de líquidos (03, 04) se forman en el bloque de base (02) a partir de una válvula de líquido bidireccional (06).

10. Uso del separador (01) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en un proceso para la separación a base de líquido de partículas microplásticas (31) de sedimentos (27) por medio de las siguientes etapas:

- llenar de sedimentos (27) en el tubo de separación (05) a través de la entrada de sedimentos (16),
- 5 • montar la unidad de partículas microplásticas (20) en el extremo superior del tubo de separación (05) de forma que pueda ser liberada, en donde la válvula de partículas bidireccional (23) se encuentra en la unidad de partículas microplásticas (20) en la abertura en dirección del tubo de separación (05),
- llenar el tubo de separación (05) con un primer líquido de enjuague (28) a través de la entrada de líquidos (03) en el bloque de base (02) y a través del conjunto de cribado (08),
- 10 • vaciar el tubo de separación (05) del primer líquido de enjuague (28) a través de la salida de líquidos (04) en el bloque de base (02) y a través del conjunto de cribado (08),
- llenar el tubo de separación (05) y de la unidad de partículas microplásticas (20) con un líquido de separación de alta densidad (30) a través de la entrada de líquidos (03) en el bloque de base (02) y del conjunto de cribado (08), en el que el líquido de separación (30) permanece por un período suficiente en el tubo de separación (05) y en la unidad de partículas microplásticas (20) para una separación completa e impermeabilizada de las partículas microplásticas (31) del sedimento (27) en la unidad de partículas microplásticas (20),
- 15 • cerrar la válvula de partículas bidireccionales (23) y ventilación de la unidad de partículas microplásticas (20),
- 20 • vaciar el tubo de separación (05) del líquido de separación de alta densidad a través de la salida de líquidos (04) en el bloque de base (02) y a través del conjunto de cribado (08) y
- desmontar la unidad de partículas microplásticas (20) del tubo de separación (05), inversión de la unidad de partículas microplásticas (20) desmontada y
- 25 • abrir la válvula de partículas bidireccional (23) para la descarga de las partículas microplásticas (31) recogidas.

11. Utilización según la reivindicación 10,

caracterizado por que

después de llenar y vaciar el tubo de separación (05) con un primer líquido de enjuague (28), se lleva a cabo un nuevo llenado y vaciado del tubo de separación (05) con un segundo líquido de enjuague (29).

30 12. Utilización según una cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11,

caracterizado por que

como primer líquido de enjuague (28) se utiliza agua de alta pureza, como segundo líquido de enjuague (29), una solución acuosa de tensioactivo y/o como un líquido de separación de alta densidad (30), una solución acuosa salina.

35 13. Utilización según la reivindicación 12,

caracterizado por que

como solución acuosa se utiliza una solución acuosa de cloruro de zinc.

14. Utilización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que

40 después de la descarga de las partículas microplásticas recogidas (31), el tubo de separación (05), el conjunto de cribado (08) y/o la unidad de partículas microplásticas (20) sean limpiadas del sedimento (27).

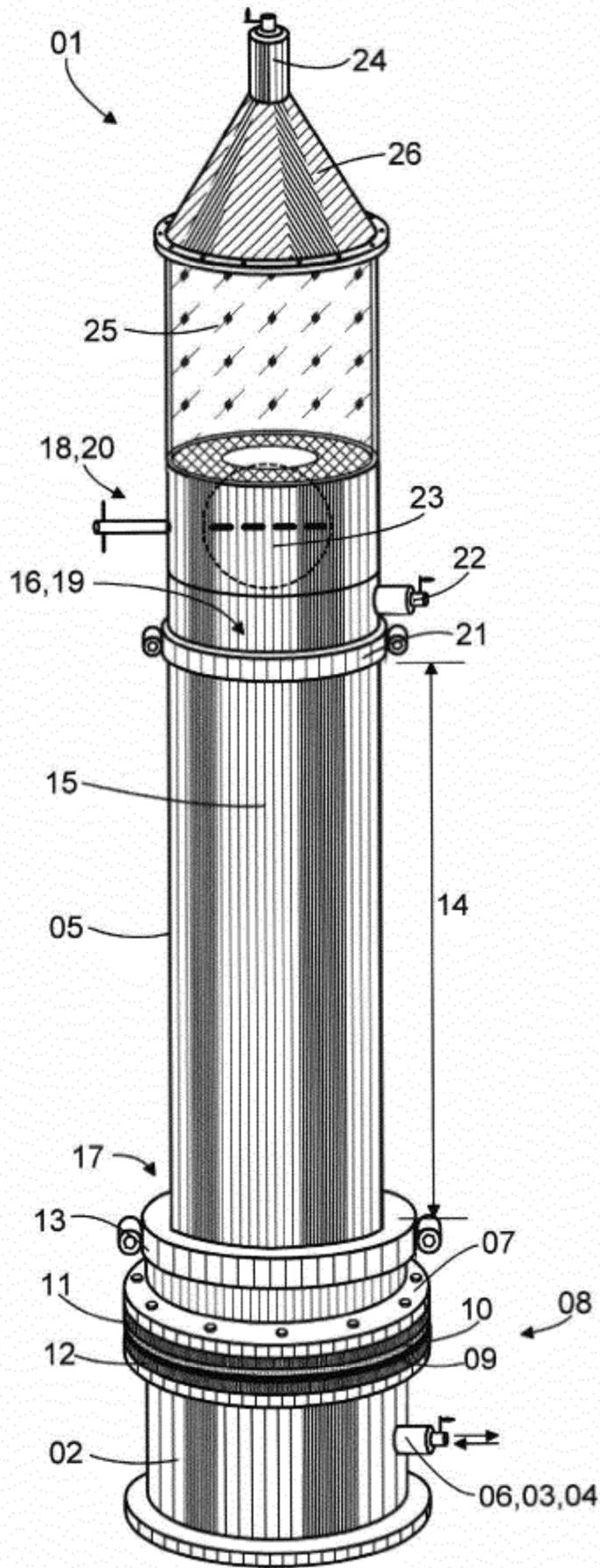


Fig.1

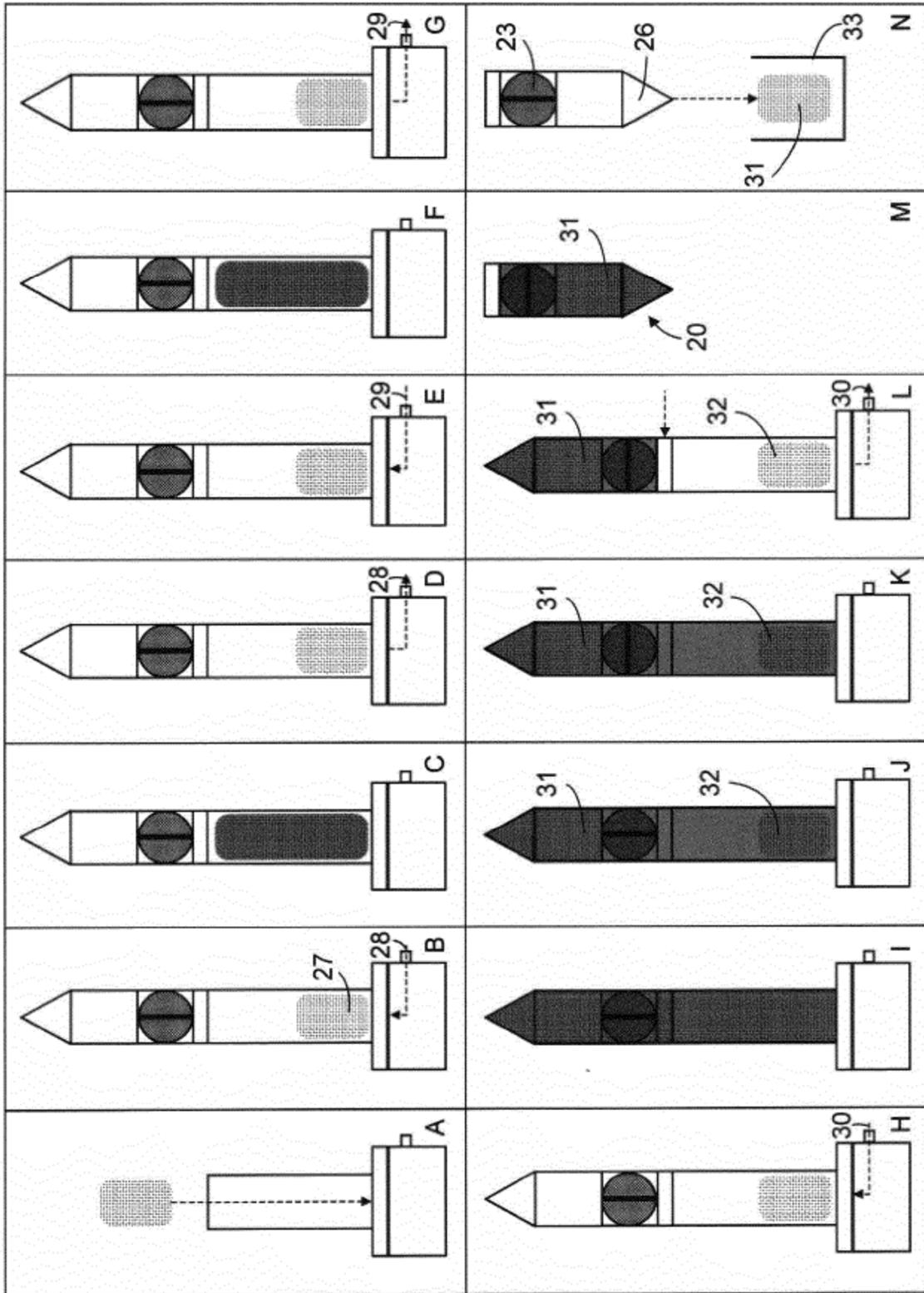


Fig.2