

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 941 482**

51 Int. Cl.:

B03C 1/03 (2006.01)

B03C 1/033 (2006.01)

B03C 1/034 (2006.01)

B03C 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2015 PCT/EP2015/055712**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150081**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2015 E 15710781 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023 EP 3126053**

54 Título: **Dispositivo de separación de material magnetizado**

30 Prioridad:

31.03.2014 EP 14162862

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

23.05.2023

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE**

72 Inventor/es:

**INCERA GARRIDO, GERARDO;
RIEGER, REINHOLD y
ROMERO-VALLE, MIGUEL ANGEL**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 941 482 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

Dispositivo de separación de material magnetizado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para transportar material magnetizado, y en particular a un dispositivo y un procedimiento para transportar material magnetizado que tiene una disposición magnética optimizada para separar el material magnetizado de una dispersión.

Antecedentes de la invención

10 Los procesos y aparatos para separar constituyentes magnéticos de una dispersión, comprendiendo dicha dispersión constituyentes magnéticos y constituyentes no magnéticos que se utilizan para una separación de la mena de la ganga.

15 Con este propósito, se prepara previamente la materia prima que se va a separar, en el sentido de que las partículas de mena se convierten en constituyentes magnéticos. Las partículas de ganga se proporcionan como constituyentes no magnéticos. Esto se puede conseguir uniendo partículas magnéticas a las partículas de la mena, mientras que las partículas de la ganga no se unen a las partículas magnéticas. Una vez dotadas las partículas de la mena de propiedades magnéticas, es posible separar las partículas de la mena de la ganga aplicando un campo magnético.

La materia prima comprende mena y ganga, y después de su preparación comprende constituyentes magnéticos y constituyentes no magnéticos. Los constituyentes magnéticos y los constituyentes no magnéticos se disponen en dispersión, de modo que la dispersión resultante puede ser forzada en un proceso de flujo. El proceso de flujo permite un proceso de separación eficiente.

20 Los procesos y aparatos para separar constituyentes magnéticos se conocen, por ejemplo, por los documentos US 2011/1686178 A1, WO 2012/104292 A1, US 2011/0174710 A1, US 4.946.590 A, o US 5.200.071 A.

25 El documento US 2011/1686178 A1 describe un dispositivo para separar partículas ferromagnéticas de una suspensión, en el que el dispositivo tiene un reactor tubular y una pluralidad de imanes que están dispuestos fuera del reactor, siendo desplazables los imanes a lo largo de al menos una parte de la longitud del reactor hasta las proximidades de un extractor de partículas por medio de un transportador rotativo. El documento WO 2012/104292 A1 describe un aparato para la separación de constituyentes magnéticos de una dispersión, que tiene al menos un canal en forma de bucle a través del cual fluye una dispersión que tiene al menos dos entradas y al menos dos salidas, en el que al menos un imán es amovible a lo largo del canal, en el que el canal está dispuesto en relación con la gravedad de tal manera que se ayuda a los constituyentes no magnéticos para que se dirijan al interior de al menos una de las primeras salidas por sedimentación, y por la corriente de la dispersión, y los constituyentes magnéticos son forzados al interior de al menos una segunda salida por la fuerza magnética contra una corriente de agua de lavado.

35 El documento US 2011/0174710 A1 describe un dispositivo de separación para separar partículas magnetizables y partículas no magnetizables transportadas en una suspensión que fluye a través de un canal de separación, que tiene al menos un imán permanente dispuesto en al menos un lado del canal de separación para producir un campo magnético que desvía las partículas magnetizables hacia el lado, en el que además del imán permanente se proporciona al menos una bobina para producir un campo adicional. El documento US 4.946.590 A describe un dispositivo magnético de tratamiento de agua que puede fijarse a un conducto de agua.

40 El documento US 5.200.071 A describe un sistema de tratamiento de fluidos en el que el aparato incluye un motor de velocidad variable que tiene un árbol, y un conjunto de rueda montado en el árbol. El conjunto de rueda incluye dos discos ferromagnéticos circulares separados uno del otro en el árbol una distancia predeterminada para formar una separación, y un miembro espaciador ferromagnético dispuesto concéntricamente alrededor del árbol y situado en la separación entre los discos. Un conjunto de imanes está dispuesto concéntricamente en un patrón circular alrededor del árbol sobre la superficie interior de cada uno de los discos con la polaridad de las caras de polo interiores de los imanes en uno de los discos siendo la misma en una y la otra y la polaridad de las caras de polo interiores de los imanes en el otro de los discos siendo la misma en una y la otra pero opuesta a la polaridad de las caras del polo interior de los citados imanes en el disco. Un conducto de fluido alargado que tiene una porción no magnética en forma de U se encuentra en la separación formada por los discos entre las caras polares interiores de los imanes, la porción no magnética en forma de U del conducto es hueca para que no tenga ninguna obstrucción para el flujo continuo de fluido a través de la misma, en el que se proporciona suficiente fuerza magnética por la combinación de la fuerza de los imanes, la velocidad del fluido, y la rotación de los imanes para lograr efectos beneficiosos sobre las impurezas en el fluido.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un dispositivo de separación de material magnetizado para separar y transportar material magnetizado que tiene una mayor eficiencia y propiedades mejoradas de separación y transporte de acuerdo con la reivindicación 1.

5 Se debe hacer notar que las siguientes realizaciones ejemplares descritas de la invención se aplican también a un procedimiento y un elemento de programa correspondientes, así como a un medio legible por ordenador que tenga almacenado un elemento de programa, en el que el procedimiento y el elemento de programa que ha implementado el procedimiento funcionan de forma análoga al dispositivo.

10 De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo de separación de material magnetizado con una disposición de imanes para separar y transportar material magnetizado, en el que la disposición de imanes comprende un primer imán, un segundo imán, un tercer imán y un cuarto imán, teniendo cada uno de los imanes primero a cuarto un primer polo de una primera polaridad y un segundo polo de una segunda polaridad opuesta; un primer puente magnético y un segundo puente magnético; un espacio de recepción de canales para recibir un canal longitudinal, teniendo el espacio de recepción de canales un primer lado y un segundo lado opuesto; en el que el primer imán con el primer polo está orientado hacia el primer lado del espacio de recepción de canal; en el que el segundo imán con el segundo polo está orientado hacia el primer lado del espacio de recepción de canal; en el que el tercer imán con el segundo polo está orientado hacia el segundo lado del espacio de recepción de canal; en el que el cuarto imán con el primer polo está orientado hacia el segundo lado del espacio de recepción de canal; en el que el primer puente magnético une el segundo polo del primer imán y el primer polo del segundo imán; y en el que el segundo puente magnético une el primer polo del tercer imán y el segundo polo del cuarto imán.

15 De acuerdo con la invención se proporciona una disposición de imanes para separar y transportar material magnetizado, la disposición de imanes comprende un primer imán que tiene una primera dirección de magnetización principal, un segundo imán que tiene una segunda dirección de magnetización principal, un tercer imán que tiene una tercera dirección de magnetización principal y un cuarto imán que tiene una cuarta dirección de magnetización principal, teniendo cada imán un primer polo de una primera polaridad y un segundo polo de una segunda polaridad opuesta; un primer puente magnético y un segundo puente magnético; un espacio de recepción de canales para recibir un canal longitudinal, teniendo el espacio de recepción de canales un primer lado y un segundo lado opuesto; en el que el primer imán con el primer polo está orientado hacia el primer lado del espacio de recepción de canal; en el que el segundo imán con el segundo polo está orientado hacia el primer lado del espacio de recepción de canal; en el que el tercer imán con el segundo polo está orientado hacia el segundo lado del espacio de recepción de canal; en el que el cuarto imán con el primer polo está orientado hacia el segundo lado del espacio de recepción de canal; en el que la primera dirección de magnetización principal y la segunda dirección de magnetización principal están orientadas hacia el primer lado del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales, en el que la tercera dirección de magnetización principal y la cuarta dirección de magnetización principal están orientadas hacia el segundo lado del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales, en el que el primer puente magnético une el segundo polo del primer imán y el primer polo del segundo imán; en el que el segundo puente magnético une el primer polo del tercer imán y el segundo polo del cuarto imán.

20 De este modo, se puede lograr que los imanes puedan ser provistos eficientemente en ambos lados de un canal longitudinal, sin la necesidad de puentear los imanes en lados opuestos del canal mediante un puente magnético que se extienda de un lado del canal al otro lado del canal. Esto permite una construcción flexible de la disposición de imanes y un peso reducido para la disposición de imanes, ya que no se requieren puentes magnéticos entre los lados opuestos del canal. Se puede conseguir un enfoque adecuado del campo magnético proporcionando dos imanes a cada lado del canal y uniendo ambos imanes a un lado del canal mediante un puente magnético. De esta manera, el campo magnético puede enfocarse y aumentarse sin necesidad de un puente magnético entre un lado del canal y el lado opuesto del canal. La disposición de los elementos magnéticos primero a cuarto, tal como se ha descrito más arriba, proporciona regiones en el lado del canal que tienen una mayor intensidad de campo magnético, de modo que las partículas magnetizadas que se desplazan a lo largo de una dirección longitudinal del canal son atraídas a las regiones respectivas que tienen una mayor intensidad de campo magnético en el lado del canal. Se debe hacer notar que un canal respectivo puede ser recibido en el espacio de recepción de canales de la disposición de imán, de modo que, por ejemplo, un canal que está dispuesto en el espacio de recepción de canales puede ser reemplazado. Cuando se disponen al menos dos de los imanes primero a cuarto en un plano perpendicular a la extensión del canal, se puede mejorar la separación de las partículas magnetizadas. En particular, es posible disponer los imanes primero a cuarto de forma que la dirección de magnetización o la dirección de magnetización principal apunte hacia el canal. Dos de las direcciones de magnetización respectivas de los imanes primero a cuarto pueden disponerse en un plano perpendicular a la extensión del canal, con el fin de mejorar la separación de las partículas magnetizadas en el canal. Los imanes primero a cuarto pueden estar dispuestos de manera que sea posible mover los imanes primero a cuarto a lo largo del canal. Los imanes primero a cuarto también pueden estar dispuestos de manera que sea posible extraerlos del canal. Esto puede hacerse mediante una disposición que permita la extracción de la disposición completa de cuatro imanes o mediante la extracción de los cuatro imanes por pares, es

decir, dividiendo la disposición de cuatro imanes en dos disposiciones de dos imanes para su extracción. También es posible proporcionar una pluralidad de disposiciones de cuatro imanes a lo largo del canal.

5 De acuerdo con una realización, el primer polo del primer imán está orientado al segundo polo del tercer imán de manera que sus caras polares respectivas son sustancialmente paralelas una a la otra, y el segundo polo del segundo imán está orientado al primer polo del cuarto imán, de manera que sus caras polares respectivas son sustancialmente paralelas una a la otra.

10 De esta manera, es posible proporcionar, por ejemplo, un canal longitudinal en el espacio de recepción de canales, dicho canal puede tener una sección transversal rectangular. Las caras laterales del canal en esta realización particular pueden ser planas y las caras laterales opuestas del canal pueden ser paralelas. Proporcionando las caras polares correspondientes de los imanes primero a cuarto sustancialmente paralelas unas a las otras permite una disposición eficaz de los imanes con respecto a un canal que se recibe en el espacio de recepción de canales. Se debe hacer notar que, alternativamente, un canal también puede tener una sección transversal ovalada o una sección transversal romboidal, en la que los imanes respectivos en este caso pueden estar orientados hacia la sección de la cara lateral respectiva del canal que se va a recibir en el espacio de recepción de canales.

15 De acuerdo con una realización, la primera dirección de magnetización principal, la segunda dirección de magnetización principal, la tercera dirección de magnetización principal y la cuarta dirección de magnetización principal están orientadas hacia cada uno de los lados primero y segundo del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales.

20 Cuando se disponen cuatro de los imanes primero a cuarto en un plano perpendicular a la extensión del canal, se puede mejorar la separación de las partículas magnetizadas. En particular, es posible disponer los imanes primero a cuarto de forma que la dirección de magnetización o la dirección de magnetización principal apunte hacia el canal. Cuatro de las direcciones de magnetización respectivas de los imanes primero a cuarto pueden ser dispuestas en un plano perpendicular a la extensión del canal, con el fin de mejorar la separación de las partículas magnetizadas en el canal.

25 De acuerdo con una realización, cada una de la pluralidad de disposiciones de cuatro imanes también puede separarse en una primera y una segunda disposición de dos imanes. Las primeras disposiciones de dos imanes pueden estar desplazadas con respecto a las segundas disposiciones de dos imanes. En otras palabras, las dos primeras disposiciones de imanes pueden estar dispuestas a un lado del canal, por ejemplo a la misma distancia, y las dos segundas disposiciones de imanes pueden estar dispuestas al otro lado del canal, también a la misma distancia, pero desplazadas /desviadas media distancia a lo largo del canal. Cada una de las primeras disposiciones de dos imanes puede comprender un primer y un segundo imán, así como un primer puente, y cada una de las segundas disposiciones de dos imanes puede comprender un tercer y un cuarto imán, así como un segundo puente.

30 De este modo, se puede generar un campo magnético en zig-zag en el canal. Si los dos imanes están desplazados, se puede aumentar la distancia entre dos imanes opuestos sin aumentar el diámetro del canal. Además, el campo magnético entre dos disposiciones de cuatro imanes subsiguientes, es decir, un conjunto de dos disposiciones de dos imanes, puede suavizarse.

35 De acuerdo con una realización, al menos uno de entre el primer imán, el segundo imán, el tercer imán y el cuarto imán es un imán permanente.

40 De este modo, se puede proporcionar una disposición de imanes de alta eficiencia que tenga una alta intensidad de campo magnético. Se debe hacer notar que también todos los imanes primero, segundo, tercero y cuarto pueden estar diseñados como imanes permanentes o, al menos, pueden incluir un imán permanente. Además, se debe hacer notar que al menos uno de los imanes primero a cuarto puede estar provisto de un electroimán adicional, por ejemplo en forma de una bobina enrollada alrededor del imán respectivo.

45 De acuerdo con una realización, el imán permanente es un imán de tierras raras, en particular un imán de NdFeB, en particular un imán de Nd₂Fe₁₄B.

De este modo, se puede utilizar un tipo de imanes para los imanes primero a cuarto, que tenga una alta eficiencia y una alta intensidad de campo coercitivo.

De acuerdo con una realización, el imán de NdFeB tiene una intensidad de campo magnético en una superficie orientada hacia el espacio de recepción de canales de al menos 0,5 Tesla, en particular de al menos 1,0 Tesla.

50 Por lo tanto, cuando se utilizan estos porcentajes de peso particulares de neodimio, hierro y boro, se puede proporcionar una disposición magnética eficiente.

De acuerdo con una realización, al menos uno de los puentes magnéticos está hecho de hierro o de una aleación a base de hierro.

De este modo, se puede lograr un acoplamiento eficiente de los imanes primero y segundo, por un lado, y de los imanes tercero y cuarto, por el otro lado. Se debe hacer notar que, en lugar de hierro, también se pueden utilizar otros materiales ferromagnéticos. Se debe hacer notar que los puentes magnéticos pueden estar compuestos no sólo de hierro, sino también de otros materiales, por ejemplo, una aleación sobre una base de hierro.

5 De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo de separación de material magnetizado con un dispositivo de transporte que comprende al menos una disposición de imanes como se ha descrito más arriba; y una disposición de transportador; en la que la disposición de al menos un imán como se ha descrito más arriba está montada en la disposición de transportador para mover la disposición de imanes a lo largo de un canal que está dispuesto en el espacio de recepción del canal.

10 De esta manera, un dispositivo de transporte entero puede ser proporcionado teniendo por lo menos uno o una pluralidad de disposiciones de imanes de acuerdo con lo que se ha descrito más arriba, de modo que una pluralidad de disposiciones de imanes se puedan disponer a lo largo de una pista de transporte del dispositivo de transporte. Se debe hacer notar que el primer imán y el segundo imán de la disposición de imanes pueden estar desplazados con respecto al tercer imán y al cuarto imán de la disposición de imanes, de modo que la pluralidad los imanes primero y segundo están intercalados con respecto a la pluralidad opuesta del tercer imán y del cuarto imán. Como el primer imán y el segundo imán están acoplados al primer puente magnético, por un lado, y el tercer imán y el cuarto imán están acoplados al segundo puente magnético, por otro lado, son elementos independientes, estos elementos pueden proporcionarse en la disposición del transportador como una disposición intercalada.

20 De acuerdo con una realización, la disposición de transportador comprende una primera estructura portadora y una segunda estructura portadora, en la que la primera estructura portadora lleva el primer imán, el segundo imán y el primer puente magnético de cada una de la pluralidad de disposiciones de imanes, y en la que la segunda estructura portadora lleva el tercer imán, el cuarto imán y el segundo puente magnético de cada una de la pluralidad de disposiciones de imanes.

25 De esta manera, cada estructura portadora puede estar provista de una unidad magnética respectiva que comprenda dos imanes y un puente magnético. Como alternativa, la disposición de transporte comprende sólo una estructura portadora, en la que la estructura portadora lleva en un lado el primer imán, el segundo imán y el primer puente magnético de cada una de la pluralidad de disposiciones de imanes, y en su otro lado lleva el tercer imán, el cuarto imán y el segundo puente magnético de cada una de la pluralidad de disposiciones de imanes. Se debe hacer notar que la pluralidad de unidades que comprenden el primer imán, el segundo imán y el primer puente magnético pueden estar dispuestas de forma equidistante a lo largo de la primera estructura portadora y que la pluralidad de unidades que comprenden el tercer imán, el cuarto imán y el segundo puente magnético también pueden estar dispuestas de forma equidistante a lo largo de la segunda estructura portadora. La primera estructura portadora y la segunda estructura portadora pueden estar dispuestas una con respecto a la otra de modo que el primer imán está orientado al tercer imán y el segundo imán está orientado a un cuarto imán respectivo, de modo que las caras polares de los mismos sean sustancialmente paralelas. Incluso si sólo se proporciona una estructura portadora, los imanes y puentes de la estructura portadora pueden estar dispuestos unos con respecto a los otros de modo que el primer imán está orientado al tercer imán y el segundo imán está orientado a un cuarto imán respectivo, de modo que las caras polares de los mismos sean sustancialmente paralelas. Se debe hacer notar que la primera estructura portadora y la segunda estructura portadora, o cuando se utiliza sólo una estructura portadora, las dos unidades magnéticas que comprenden cada uno de los dos imanes y un puente también pueden estar desplazadas una con respecto de la otra, de modo que las unidades de dos imanes respectivas y un puente magnético en la primera estructura portadora están intercaladas con respecto a la unidad magnética opuesta que comprende dos imanes y un puente magnético.

45 De acuerdo con una realización, la primera estructura portadora y la segunda estructura portadora están dispuestas para rotar sincrónicamente.

50 Por lo tanto, con respecto a la pluralidad de imanes primero a cuarto, se puede establecer una constelación de campo magnético más o menos estática, en la que esta constelación de campo magnético estática rota con respecto al canal longitudinal. Se debe hacer notar que la primera estructura portadora y la segunda estructura portadora también pueden estar conectadas mecánicamente una a la otra o pueden sustituirse por una única estructura portadora, de modo que se garantice una rotación sincrónica. Se debe hacer notar que el transportador puede ser una cadena, una cinta o una placa, en la que la vía de transporte puede seguir, por ejemplo, una línea circular. En particular, cuando se proporciona un soporte transportador en forma de placa, la placa puede tener forma de círculo, de manera que los imanes montados en el borde exterior de la placa circular del dispositivo transportador se muevan a lo largo de una línea circular.

55 De acuerdo con una realización, se proporciona un dispositivo de separación de material magnetizado que comprende un dispositivo de transporte como se ha descrito más arriba, y un canal que tiene una extensión longitudinal en una dirección de flujo, en el que el canal está hecho de un material no magnético para permitir que las líneas de

campo magnético entren en el canal, en el que el dispositivo de transporte está dispuesto para transportar las disposiciones magnéticas a lo largo de la extensión longitudinal del canal.

5 De este modo, se proporciona un dispositivo de separación introduciendo un canal en la sección de recepción de canales, en el que el dispositivo de separación se proporciona montando cada una de las disposiciones de imanes en el dispositivo de transporte. El canal, por ejemplo, puede montarse de forma que mantenga su posición, en la que el dispositivo de transporte puede rotar o moverse para transportar los imanes a lo largo de la extensión longitudinal del canal, en particular a lo largo de las caras laterales del canal.

De acuerdo con una realización, al menos una parte de la extensión longitudinal de la disposición de canales sigue al menos la mitad de una línea circular.

10 De este modo, se puede conseguir que los imanes que rotan con el dispositivo de transporte, en particular cuando están dispuestos a lo largo de una pista circular en el dispositivo de transporte, se muevan a lo largo del canal, dicho canal sigue al menos parcialmente una pista circular. Se debe hacer notar, que el canal puede ser por ejemplo por lo menos 3/4 de una línea de círculo o casi una línea completa de círculo, de manera que un dispositivo de transporte que tiene imanes dispuestos a lo largo de una pista circular del mismo se mueva a lo largo del canal sin circular en vacío.

De acuerdo con una realización, el canal tiene una sección transversal rectangular que tiene un primer lado, un segundo lado, un tercer lado y un cuarto lado, en el que el primer lado y el segundo lado de la sección transversal rectangular corresponden al primer lado y al segundo lado del espacio de recepción, respectivamente. De acuerdo con otra realización, el primer lado y el segundo lado son los lados más largos del rectángulo,

20 De este modo, la sección transversal del canal puede ajustarse a la sección de recepción del canal de la disposición de imanes, de modo que los imanes estén dispuestos cerca del primer y segundo lado del canal, respectivamente. Esto permite una alta eficiencia y proporciona una alta intensidad de campo magnético en las paredes internas del canal en el primer y segundo lado, respectivamente.

25 De acuerdo con una realización, el canal tiene un primer conducto y un segundo conducto que es paralelo al primer conducto, en el que el primer imán con el primer polo está orientado hacia el primer conducto, en el que el segundo imán con el segundo polo está orientado hacia el segundo conducto, en el que el tercer imán con el segundo polo está orientado hacia el primer conducto y en el que el cuarto imán con el primer polo está orientado hacia el segundo conducto.

30 Por lo tanto, se pueden proporcionar conductos separados, de modo que el canal sea un canal doble. Paralelo en la presente memoria descriptiva también significa que los dos conductos pueden seguir una pista correspondiente uno al lado del otro. El primer conducto y el segundo conducto pueden ser concéntricos, por ejemplo, teniendo el primer conducto un diámetro mayor que el segundo conducto, de modo que las caras laterales del primer conducto y del segundo conducto queden a ras una con la otra. Además, a cada conducto se le puede asignar un imán en cada cara lateral del conducto. Esto puede dar lugar, por ejemplo, a una zona de concentración única definida a lo largo de una pista a lo largo de la pared interior de las caras laterales del conducto respectivo. Se debe hacer notar que la disposición de canales o canal en la presente memoria descriptiva también puede entenderse como dos conductos paralelos.

35 Se debe hacer notar que aberturas de entrada o salida particulares del primer conducto y del segundo conducto pueden disponerse como un casquillo a través del otro conducto respectivo para evitar una entrada lateral o una salida lateral, que pueden colisionar con las disposiciones magnéticas rotativas del dispositivo de transporte.

De acuerdo con una realización, el canal incluye un cuerpo de desplazamiento que se extiende a lo largo de la dirección de flujo, en el que el punto libre de campo entre los imanes primero a cuarto se encuentra en el cuerpo de desplazamiento.

45 De este modo, se puede evitar que la suspensión fluya a través de una zona del canal, que está sustancialmente libre de campo, lo que resultaría en una falta de separación del material magnetizado en la suspensión. Por el contrario, el cuerpo de desplazamiento puede ser utilizado como guía de flujo para guiar la dispersión o suspensión con el fin de optimizar el proceso de separación.

50 De acuerdo con una realización, una sección transversal del cuerpo de desplazamiento está formada por cuatro líneas cóncavas, en las que cada una de las cuatro líneas cóncavas sigue sustancialmente las líneas de campo de la disposición de imanes.

De esta manera, el cuerpo de desplazamiento permite un movimiento de las partículas magnetizadas en la dispersión para que se muevan sólo a lo largo de una dirección tangencial de las caras cóncavas del cuerpo de desplazamiento. Se debe hacer notar que el cuerpo de desplazamiento puede tener una extensión que se extiende hasta las paredes laterales internas del canal. En este caso es relevante que las líneas tercera y cuarta sean cóncavas como se ha

descrito más arriba, y que las líneas primera y segunda ya no estén en contacto con la dispersión, de manera que la forma de la primera y segunda línea puede ser menos relevante. Alternativamente, el cuerpo de desplazamiento puede ser más estrecho que la anchura interior del canal, en el que el cuerpo de desplazamiento en este caso particular será suspendido por dispositivos de suspensión tales como espaciadores para mantener el cuerpo de desplazamiento en posición dentro del canal.

De acuerdo con una realización, el canal está hecho sustancialmente de plástico reforzado con fibra, vidrio o acero inoxidable austenítico.

De este modo, la propagación de un campo magnético no se ve perturbada.

Se debe hacer notar que las características anteriores también pueden combinarse. La combinación de las características anteriores también puede dar lugar a efectos sinérgicos, aunque no se describan explícitamente en detalle. Estos y otros aspectos de la presente invención se harán evidentes y se dilucidarán con referencia a las realizaciones que se describen en la presente memoria descriptiva y en lo que sigue .

Descripción detallada de la invención

A continuación se describirán realizaciones ejemplares de la presente invención con referencia a los siguientes dibujos.

La figura 1 ilustra una vista en sección transversal de una disposición de imanes de imanes que tiene un espacio de recepción de canales sin canal en el mismo, de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 2 ilustra una vista transversal de un material magnetizado que separa el dispositivo que tiene una disposición de imanes y una disposición de canales en el espacio de recepción de canales de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 3 ilustra una visión esquemática de la configuración de imanes con respecto a un canal en una vista transversal de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 4 ilustra otra configuración alternativa adicional de imanes con respecto a un canal en una vista transversal de acuerdo con una realización ejemplar, en la que el canal tiene un separador.

La figura 5 ilustra una vista en sección transversal con dos conductos separados de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 6 ilustra una realización ejemplar de una configuración, en la que el canal incluye un cuerpo de desplazamiento de una forma particular.

La figura 7 ilustra una vista en sección transversal de acuerdo con una realización ejemplar, en la que se proporciona un cuerpo de desplazamiento en el canal que incluye una ilustración de las líneas de campo magnético.

La figura 8 ilustra una vista de perspectiva de un disposición de transportador habiendo montado sobre la misma una pluralidad de disposiciones de imanes de acuerdo con un realización ejemplar.

La figura 9 ilustra una vista en perspectiva detallada de un primer imán, un segundo imán y un puente magnético de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 10 ilustra una disposición de un dispositivo de separación de material magnético que tiene una pluralidad de canales y una pluralidad de dispositivos de transporte de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 11 ilustra una vista en sección en perspectiva de una configuración de los imanes primero y segundo , un puente magnético y un elemento portador de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 12 ilustra una vista en sección transversal en perspectiva de unos imanes primero y segundo y un elemento portador que funcionan como puente magnético de acuerdo con una realización ejemplar.

La figura 13 ilustra una vista detallada de un canal que debe ser insertado en el espacio de recepción de canales de acuerdo con una realización ejemplar.

Descripción detallada de realizaciones ejemplares

La figura 1 ilustra una vista en sección transversal de una disposición de imanes, que tiene un primer imán 11 y un segundo imán 12, así como un tercer imán 13 y un cuarto imán 14. El primer imán 11 y el segundo imán 12 están unidos magnéticamente por un puente magnético 21. Al mismo tiempo, el tercer imán 13 y el cuarto imán 14 están puenteados magnéticamente por un puente magnético 22. Cada uno de los imanes 11, 12, 13, 14 tiene una polaridad con un primer polo A y un segundo polo B. Los imanes están dispuestos de tal forma que el primer polo A del primer imán 11 está orientado hacia un espacio de recepción de canales 30, y de la misma manera a un segundo polo B del tercer imán 13, que también está orientado hacia el espacio de recepción de canales 30. Al mismo tiempo, un segundo polo B del segundo imán 12 está orientado hacia el espacio de recepción de canales 30, así como un primer polo A del cuarto imán 14 está orientado hacia el espacio de recepción de canales y aquí sustancialmente paralelo al segundo polo del segundo imán 12. De este modo, las caras polares de los imanes que están orientadas hacia el espacio de recepción de canales son sustancialmente paralelas unas a las otras, de manera que puede disponerse un canal rectangular entre los imanes, es decir, las caras polares de los imanes. Los imanes 11, 12, 13, 14 en la figura 1 son del mismo tamaño, sin embargo, se debe entender que el tamaño del imán también puede ser diferente. Además, se debe tener en cuenta que los polos opuestos orientados hacia el puente magnético 21, 22 también pueden estar inclinados, dependiendo de la forma del puente magnético 21, 22. Los puentes magnéticos 21, 22 de la figura 1 tienen un tamaño tal que se extienden sobre la dimensión exterior de los imanes, que es simétrica. Sin embargo, se debe entender que los puentes magnéticos 21, 22 pueden extenderse, al menos en una dirección, en una medida, de modo que el puente magnético también puede servir como elemento de montaje para montar la disposición de imanes a un portador o disposición de transporte. Se debe hacer que los imanes primero y segundo y el primer puente magnético también pueden estar formados como un elemento de una sola pieza, y también pueden estar formados integralmente. Lo mismo es válido para el tercer y cuarto imán y el segundo puente.

Como se puede ver en la figura 1, la disposición de imanes genera un campo magnético con líneas de campo M que se ilustra mediante líneas de puntos en la figura 1. La disposición de la figura 1 da lugar a un campo magnético, que es más intenso en las caras polares orientadas hacia el espacio de recepción de canales 30. El espacio de recepción de canales tiene un primer lado 31 que se asigna a los imanes primero y segundo 11, 12, y un segundo lado 32 que se asigna a los imanes tercero y cuarto 13, 14. El espacio de recepción de canales 30 sirve para recibir un canal, que en la figura 1 puede ser, por ejemplo, un canal con una sección transversal rectangular. Se debe entender que un canal puede tener uno o dos o más conductos separados, como se ilustrará en la figura 2. Se debe hacer que el canal también puede tener una forma de sección transversal redonda u oblonga u ovalada, en cuyo caso la orientación de las caras polares de los imanes puede estar orientada hacia el espacio de recepción de canales y puede estar inclinada o modificada. Las caras de los polos también pueden tener un contorno correspondiente al de la superficie exterior del canal.

La figura 2 ilustra una disposición de imanes que tiene un canal 50 dispuesto en el espacio de recepción de canales 30. La disposición de imanes junto con el canal forma un dispositivo de separación de material magnetizado. La disposición de los imanes es similar a la de la figura 1, en la que las mismas referencias se refieren a los mismos elementos. El canal de la figura 2 tiene un primer lado 51 correspondiente al primer lado 31 del espacio de recepción de canales, y un segundo lado 52 correspondiente al segundo lado 32 del espacio de recepción de canales 30. Aunque en la figura 2 parece que no hay espacio entre la superficie exterior del canal en los lados 51 y 52 sobre las caras polares A y B de los imanes 11, 12, 13, 14, hay un espacio mínimo entre la superficie exterior del canal y las caras polares respectivas de los imanes, a medida que la disposición de imanes que incluye los imanes 11, 12, 13, 14 se desplaza a lo largo de las superficies laterales 51, 52 del canal. El canal 50 tiene un tercer lado 53 y un cuarto lado 54 orientados hacia arriba y hacia abajo en la figura 2. En la figura 2, el canal 50 comprende un primer conducto 61 y un segundo conducto 62, y un separador 70 que se encuentra dispuesto entre el primer conducto 61 y el segundo conducto 62. De este modo, los conductos 61 y 62 están separados uno del otro. De este modo se evitan las turbulencias involuntarias y se consigue un guiado eficaz del flujo de una suspensión/dispersión que comprende las partículas magnetizadas (mena) y las partículas no magnéticas (ganga). Los puentes magnéticos 21 y 22 concentran las líneas de campo magnético con el fin de proporcionar una mayor eficacia del campo magnético en el canal 50, en particular a la superficie interior de los conductos 61, 62 a los que las partículas magnetizadas son atraídas por los imanes 11, 12, 13, 14. Se debe hacer notar que los imanes para todas las realizaciones pueden tener una forma de manera que se estrechan hacia la cara del polo frente al canal con el fin de aumentar la intensidad del campo magnético.

La figura 3 ilustra una realización ejemplar de una configuración de imanes con polos norte N y polos sur S. La figura 3 ilustra que un polo sur S corresponde al primer polo A y un polo norte N corresponde al segundo polo B. De esta manera, en correspondencia con las figuras 1 y 2, un polo sur S del primer imán 11, un polo norte N del segundo imán 12, un polo norte N del tercer imán 13 y un polo sur S del cuarto imán 14 se orientan hacia el canal 50 estando dispuestos en el espacio de recepción de canales 30.

La figura 4 ilustra una disposición alternativa de imanes habiéndose asignado el polo norte N al primer polo A y el polo sur S al segundo polo B. En este sentido, el polo norte N del primer imán 11, el polo sur S del segundo imán 12, el polo sur S del tercer imán 13, y el polo norte N del cuarto imán 14 se orientan hacia el canal 50. Se debe hacer

notar que esta configuración de imanes también puede aplicarse a la configuración de canal de la figura 3. En la figura 4, el canal está separado en dos conductos 61, 62 que tienen un separador o cuerpo de desplazamiento 70 dispuesto entre ellos. Se debe hacer notar, que dicha disposición de canales también puede aplicarse a la disposición de imanes de acuerdo con la figura 3.

- 5 La figura 5 ilustra una disposición de imanes que tiene un canal 50, que comprende dos conductos separados 61, 62. La disposición de imanes puede ser una disposición de imanes de acuerdo con la figura 3 o 4. En otras palabras, no hay un canal conectado, sino un espacio intermedio. No obstante, puede haber elementos de soporte que mantengan ambos conductos 61, 62 en posición de uno respecto al otro.

10 La figura 6 ilustra otra realización ejemplar, en la que la disposición de imanes puede ser una disposición de imanes de acuerdo con la figura 3 o la figura 4. En la figura 6, el canal 50 es un canal con una sección transversal más grande, pero con un cuerpo de desplazamiento 70 dispuesto en el mismo. El cuerpo de desplazamiento 70 tiene una forma particular para soportar una guía de flujo de la suspensión/dispersión a través del canal 50. El cuerpo de desplazamiento 70 de la figura 6 tiene un primer lado 71, un segundo lado 72, que corresponden a los lados 51, 52 del canal y a los lados 31, 32 del espacio de recepción de canales. La forma particular del cuerpo de desplazamiento 70 se describirá con más detalle con respecto a la figura 7.

15 La figura 7 ilustra una disposición de imanes que tiene un canal 50 dispuesto en el espacio de recepción del canal 30. La figura 7 difiere de la figura 2 por la configuración de la sección transversal del canal, pero es similar con respecto a la disposición del imán. El canal de la figura 7 tiene una sección transversal grande estando separado por un cuerpo de desplazamiento 70. Se debe hacer notar que el cuerpo de desplazamiento puede tener una dimensión tal que en la figura 7, el volumen superior del canal 50 y el volumen inferior del canal 50 estén en comunicación uno con el otro, como se ilustra en la figura 7. Las caras laterales 71, 72, 73, 74 del cuerpo de desplazamiento 70 tienen forma cóncava para seguir las líneas de campo del campo magnético M. De este modo, el cuerpo de desplazamiento evita la presencia del material a separar en una zona del canal, en el que la intensidad de campo es baja o nula. Las caras laterales cóncavas del cuerpo de desplazamiento 70 siguen las líneas de campo, de modo que las partículas magnéticas próximas al cuerpo de desplazamiento se desplazan tangencialmente sustancialmente sin turbulencias. De este modo, se puede conseguir un proceso de separación mejorado. Sin embargo, el cuerpo de desplazamiento 70 puede tener alternativamente un tamaño tal que se extienda hasta las paredes laterales 51, 52 del canal, de modo que el cuerpo de desplazamiento 70 pueda también separar la parte superior del canal y la parte inferior del canal sin comunicación de líquido entre ellas, lo cual, sin embargo, no se ilustra en la figura 7. En este caso, sólo las caras superior e inferior 73 y 74 pueden ser cóncavas para seguir una línea de campo, mientras que las caras laterales 71, 72 pueden tener menos importancia, en particular cuando las caras laterales no están en contacto con la suspensión/dispersión.

20 La suspensión/dispersión que incluye las partículas magnetizadas fluye hacia el plano de las figuras 1 a 7, de modo que la aplicación de un campo magnético provoque una atracción de las partículas magnéticas hacia las secciones de la pared lateral interior 51, 52 del canal 50. Las partículas magnéticas recogidas se desplazan, al ser atraídas hacia las paredes laterales por los imanes 11, 12, 13, 14, a la misma velocidad a la que se desplaza la disposición de imanes con respecto al canal 50. Se debe tener en cuenta que la velocidad de la suspensión/dispersión que incluye las partículas magnéticas puede desplazarse más rápido de lo que se desplaza el imán con respecto al canal 50. En una sección particular del canal, las partículas magnéticas que se acumulan en las superficies laterales interiores del canal 50 opuestas a las respectivas caras polares de los imanes, y serán guiadas fuera del canal a través de una salida particular para partículas magnetizadas del canal.

25 La figura 8 ilustra un montaje de la disposición de imanes sobre un soporte 41. La figura 8 ilustra una realización, en la que el primer imán 11 y el segundo imán 12 están montados en un primer puente magnético 21, y el tercer imán 13 y el cuarto imán 14 están montados en un segundo puente magnético 22. Los puentes 21, 22 están montados en el soporte 41. Se debe hacer que los imanes primero y segundo y el primer puente también pueden montarse en un primer soporte y el tercer y cuarto imán y el segundo puente magnético pueden montarse en un segundo soporte. La figura 8 ilustra que una pluralidad de disposiciones de imanes como las descritas más arriba están montadas en el soporte 41. El portador 41 puede ser, por ejemplo, una rueda, de modo que en el espacio de recepción de canales se disponga un canal (el canal no se ilustra en la figura 8) para que los imanes puedan desplazarse por el canal a lo largo de una pista circular. Aunque la figura 8 ilustra los imanes 11 y 12 frente a los imanes 13 y 14, también es posible disponer los imanes de forma intercalada, de modo que, por ejemplo, el segundo puente magnético 22 esté desplazado con respecto al primer puente magnético 21 por una distancia igual a la mitad entre dos puentes magnéticos 21 adyacentes en un lado del portador 41. El soporte 41 puede ser de aluminio. Los puentes magnéticos 21, 22 pueden estar premontados en un material reforzado con fibra, en particular un anillo reforzado con fibra, como puede verse en la figura 8. Como alternativa, los puentes de un lado pueden estar premontados en un primer anillo reforzado con fibra y los puentes del otro lado pueden estar premontados en un segundo anillo reforzado con fibra, de forma que cada uno de los dos anillos reforzados con fibra puede estar montado en cada uno de los dos lados del soporte 41. El anillo reforzado con fibra también puede servir como aislante. El montaje puede realizarse de forma que el aislamiento permanezca incluso si se han montado los puentes en los anillos reforzados con fibra así como si se han montado los anillos reforzados con fibra en el soporte 41, por ejemplo, mediante posiciones de tornillo des-

plazadas. Los anillos reforzados con fibra pueden tener rebajes para recibir los puentes, lo que puede simplificar el posicionamiento y la alineación de los puentes.

5 La figura 9 ilustra una vista ampliada de un puente magnético 21 que tiene montados en él un primer imán 11 y un segundo imán 12. Entre los imanes 11 y 12, hay una placa distanciadora 15. La placa distanciadora 15 permite montar, ajustar y ensamblar más fácilmente los imanes 11, 12 en el puente magnético 21. La placa distanciadora soporta una distancia constante de toda la pluralidad de imanes de las disposiciones magnéticas.

10 La figura 10 ilustra un dispositivo de separación de material magnético de acuerdo con una realización ejemplar, en la que el dispositivo de separación de la figura 10 se ilustra con tres ruedas que se han ilustrado con respecto a la figura 8. Se debe hacer notar que un dispositivo de separación puede tener, por ejemplo, una sola rueda, pero también más de las tres ruedas ilustradas. La pluralidad de ruedas puede estar montada sobre un único eje, de modo que las ruedas puedan ser accionadas sincrónicamente, por ejemplo, por una única unidad motriz. De este modo, los imanes pueden colocarse en un dispositivo de transporte 40 con elementos portadores 41, 42. El canal 50 está dispuesto entre el primer imán 11 y el segundo imán 12, por un lado, y el tercer imán 13 y el cuarto imán 14, por otro. Se debe hacer notar que los imanes segundo y cuarto no se ilustran en la figura 10, ya que están ocultos detrás de las estructuras. Todo el dispositivo puede tener una pluralidad de soportes 41, 42.

15 La figura 11 ilustra otra realización de una configuración de los imanes primero y segundo 11, 12, un puente magnético 21, y un primer elemento portador 41. Se debe hacer que la figura 11 es sólo una ilustración esquemática, en la que el puente magnético 21 está diseñado como un elemento separado sobre el elemento portador 41. De esta manera, el elemento portador 41 puede ser, por ejemplo, de material plástico o reforzado con fibras, con propiedades magnéticas neutras. La concentración del campo magnético se consigue mediante el puente magnético 21.

20 La figura 12 ilustra otra realización ejemplar. La figura 12 es también una ilustración esquemática, en la que el elemento portador 41 tiene propiedades magnéticas, de modo que sirve de puente magnético 21. A este respecto, los imanes 11, 12 pueden montarse directamente en el elemento portador 41, con el fin de evitar que otros elementos separados funcionen como un puente magnético.

25 La figura 13 ilustra una realización ejemplar del canal 50. En la figura 13, el canal tiene dos conductos separados 61, 62 con un separador 70. Se debe hacer que el separador 70 de la figura 13 es similar al de la figura 2, pero también puede sustituirse por un separador de acuerdo con la figura 7. El canal 50 puede tener una entrada 55 para cada conducto 61, 62 para suministrar la suspensión/dispersión que incluye las partículas magnetizadas. Cada uno de los conductos 61, 62 también puede tener una salida de agua 56 para dar salida a la suspensión o dispersión de la que se han separado las partículas magnetizadas.

30 Un canal como el que se ilustra en la figura 13 puede insertarse en la disposición que se ilustra en la figura 8 para llegar a una disposición como la que se ilustra en la figura 10.

Se debe hacer que el término "que comprende" no excluye otros elementos o pasos y que "un" o "una" no excluye una pluralidad. También pueden combinarse los elementos descritos en relación con las distintas realizaciones.

35 Se debe hacer notar que las referencias en las reivindicaciones no se deben interpretar como limitativas del alcance de las mismas.

Lista de referencias:

	1	dispositivo de separación de material magnetizado
	10	disposición de imanes
	11	primer imán
5	12	segundo imán
	13	tercer imán
	14	cuarto imán
	21	primer puente magnético
	22	segundo puente magnético
10	30	espacio de recepción de canal
	31	primer lado del espacio de recepción de canal
	32	segundo lado del espacio de recepción de canal
	40	dispositivo de transporte
	41	primera estructura portadora
15	42	segunda estructura portadora
	50	canal
	51	primer lado del canal
	52	segundo lado del canal
	53	tercer lado del canal
20	54	cuarto lado del canal
	61	primer conducto
	62	segundo conducto
	70	cuerpo de desplazamiento
	71	primer lado del cuerpo de desplazamiento
25	72	segundo lado del cuerpo de desplazamiento
	73	tercer lado del cuerpo de desplazamiento
	74	cuarto lado del cuerpo de desplazamiento
	A	primer polo
	B	segundo polo
30	M	líneas de campo magnético
	N	polaridad del polo norte
	S	polaridad del polo sur

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de separación de material magnetizado (1) que comprende
- una disposición de imanes para la separación y el transporte de material magnetizado,
- 5 un dispositivo de transporte (40) que comprende una disposición de transportador, y;
- un canal (50) que tiene una extensión longitudinal correspondiente a una dirección de flujo del fluido,
- en el que la disposición de imanes (10) comprende:
- un primer imán (11) que tiene una primera dirección de magnetización principal, un segundo imán (12) que
- 10 tiene una segunda dirección de magnetización principal, un tercer imán (13) que tiene una tercera dirección de magnetización principal y un cuarto imán (14) que tiene una cuarta dirección de magnetización principal, teniendo cada imán un primer polo (A) de una primera polaridad (S, N) y un segundo polo (B) de una segunda polaridad opuesta (N, S);
- un primer puente magnético (21) y un segundo puente magnético (22); un espacio de recepción de canales
- 15 (30) para recibir el citado canal (50), teniendo el espacio de recepción de canales (30) un primer lado (31) y un segundo lado opuesto (32);
- en el que el primer imán (11) con el primer polo (A) que uno de entre un polo sur S y un polo norte N está orientado hacia el primer lado (31) del espacio de recepción de canales (30);
- en el que el segundo imán (12) con el segundo polo (B) que es el otro de entre un polo sur S y un polo norte N está orientado hacia el primer lado (31) del espacio de recepción de canales (30);
- 20 en el que el tercer imán (13) con el segundo polo (B) que es el otro de entre un polo sur S y un polo norte N está orientado hacia el segundo lado (32) del espacio de recepción de canales (30);
- en el que el cuarto imán (14), con el primer polo (A) es uno de entre un polo sur S y un polo norte N, está orientado hacia el segundo lado (32) del espacio de recepción de canales (30);
- en el que la primera dirección de magnetización principal y la segunda dirección de magnetización principal
- 25 están orientadas hacia el primer lado del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales, de modo que el primer polo (A) del primer imán (11) y el segundo polo (B) del segundo imán (12) están orientados hacia el primer lado del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales,
- en el que la tercera dirección de magnetización principal y la cuarta dirección de magnetización principal es-
- 30 tán orientadas hacia el segundo lado del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales, de modo que el segundo polo (B) del tercer imán (13) y el primer polo (A) del cuarto imán (14) están orientados hacia el segundo lado del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales,
- en el que el primer puente magnético (21) une el segundo polo (B) del primer imán (11) y el primer polo (A)
- 35 del segundo imán (12);
- en el que el segundo puente magnético (22) une el primer polo (A) del tercer imán (13) y el segundo polo (B) del cuarto imán (14);
- en el que la disposición de imanes (10) está montada en la disposición de transportadores para mover la
- 40 disposición de imanes (10) a lo largo del canal (50) que está dispuesto en el espacio de recepción de canales (30);
- en el que el canal está hecho de un material no magnético para permitir que las líneas de campo magnético entren en el canal (50);
- en el que el dispositivo de transporte (40) está dispuesto para transportar los dispositivos magnéticos (10) a
- 45 lo largo de la extensión longitudinal del canal (50).
2. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer polo (A) del primer imán (11) está orientado al segundo polo (B) del tercer imán (13), de modo que sus caras polares respectivas son sustancialmente paralelas una a la otra, y el segundo polo (B) del segundo imán (12) está orien-

- tado al primer polo (A) del cuarto imán (14), de modo que sus respectivas caras polares son sustancialmente paralelas una a la otra.
3. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la primera dirección de magnetización principal, la segunda dirección de magnetización principal, la tercera dirección de magnetización principal y la cuarta dirección de magnetización principal están orientadas hacia cada uno de los lados primero y segundo del espacio de recepción de canales en la misma posición longitudinal del espacio de recepción de canales.
 4. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que al menos uno de entre el primer imán (11), el segundo imán (12), el tercer imán (13) y el cuarto imán (14) es un imán permanente, en el que el imán permanente es un imán de tierras raras, en particular un imán de NdFeB, en particular un imán de Nd₂Fe₁₄B.
 5. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el imán permanente es un imán de NdFeB y el imán de NdFeB tiene una intensidad de campo magnético en una superficie orientada hacia el espacio de recepción de canales de al menos 0,5 Tesla, en particular de al menos 1,0 Tesla.
 6. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que al menos uno de los puentes magnéticos (21, 22) está hecho de una aleación a base de hierro.
 7. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la disposición de transporte comprende una única estructura portadora (41) en la que la estructura portadora (41) en un lado soporta el primer imán (11), el segundo imán (12) y el primer puente magnético (21) de cada una de una pluralidad de disposiciones de imanes (10), y en el que la estructura portadora (41) en un lado opuesto soporta el tercer imán (13), el cuarto imán (14) y el segundo puente magnético (22) de cada una de una pluralidad de disposiciones de imanes (10).
 8. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la disposición de transporte comprende una primera estructura portadora (41) y una segunda estructura portadora, en el que la primera estructura portadora (41) soporta el primer imán (11), el segundo imán (12) y el primer puente magnético (21) de cada una de una pluralidad de disposiciones de imanes (10), y en el que la segunda estructura portadora soporta el tercer imán (13), el cuarto imán (14) y el segundo puente magnético (22) de cada una de una pluralidad de disposiciones de imanes (10).
 9. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la primera estructura portadora (41) y la segunda estructura portadora (42) están dispuestas para rotar sincrónicamente.
 10. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que al menos una parte de la extensión longitudinal de la disposición de canales sigue al menos la mitad de una línea circular.
 11. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 10, en el que el canal (50) tiene una sección transversal rectangular que tiene un primer lado (51), un segundo lado (52), un tercer lado (53) y un cuarto lado (54), en el que el primer lado (51) y el segundo lado (52) son los lados más largos del rectángulo, en el que el primer lado (51) y el segundo lado (52) de la sección transversal rectangular corresponden al primer lado (31) y al segundo lado (32) del espacio de recepción (30), respectivamente.
 12. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 10, en el que el canal (50) tiene un primer conducto (61) y un segundo conducto (62) paralelo al primer conducto (61), en el que el primer imán (11) con el primer polo (A) está orientado hacia el primer conducto (61), en el que el segundo imán (12) con el segundo polo (B) está orientado hacia el segundo conducto (32), en el que el tercer imán (13) con el segundo polo (B) está orientado hacia el primer conducto (61) y en el que el cuarto imán (14) con el primer polo (A) está orientado hacia el segundo conducto (62).
 13. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el canal (50) incluye un cuerpo de desplazamiento (70) que se extiende a lo largo de la dirección de flujo, en el que un punto libre de campo entre los imanes primero a cuarto se encuentra en el cuerpo de desplazamiento (70).
 14. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con la reivindicación 13, en el que una sección transversal del cuerpo de desplazamiento (70) está formada por cuatro líneas cóncavas (71, 72, 73, 74), en las que cada una de las cuatro líneas cóncavas (71, 72, 73, 74) sigue sustancialmente las líneas de campo (M) de la disposición de imanes (10).

15. Dispositivo de separación de material magnetizado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el canal está hecho de un plástico reforzado con fibra, un vidrio o un acero inoxidable austenítico.

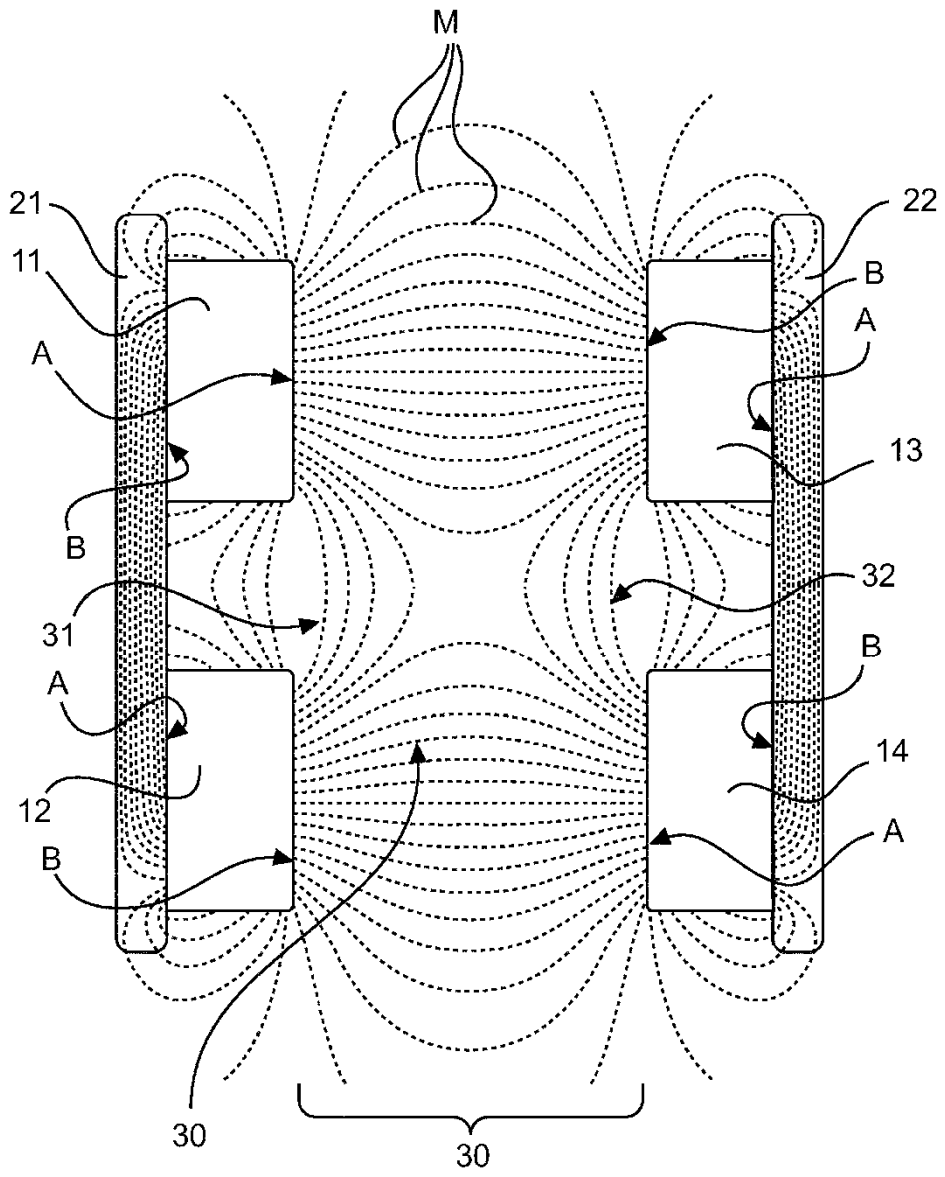


Fig. 1

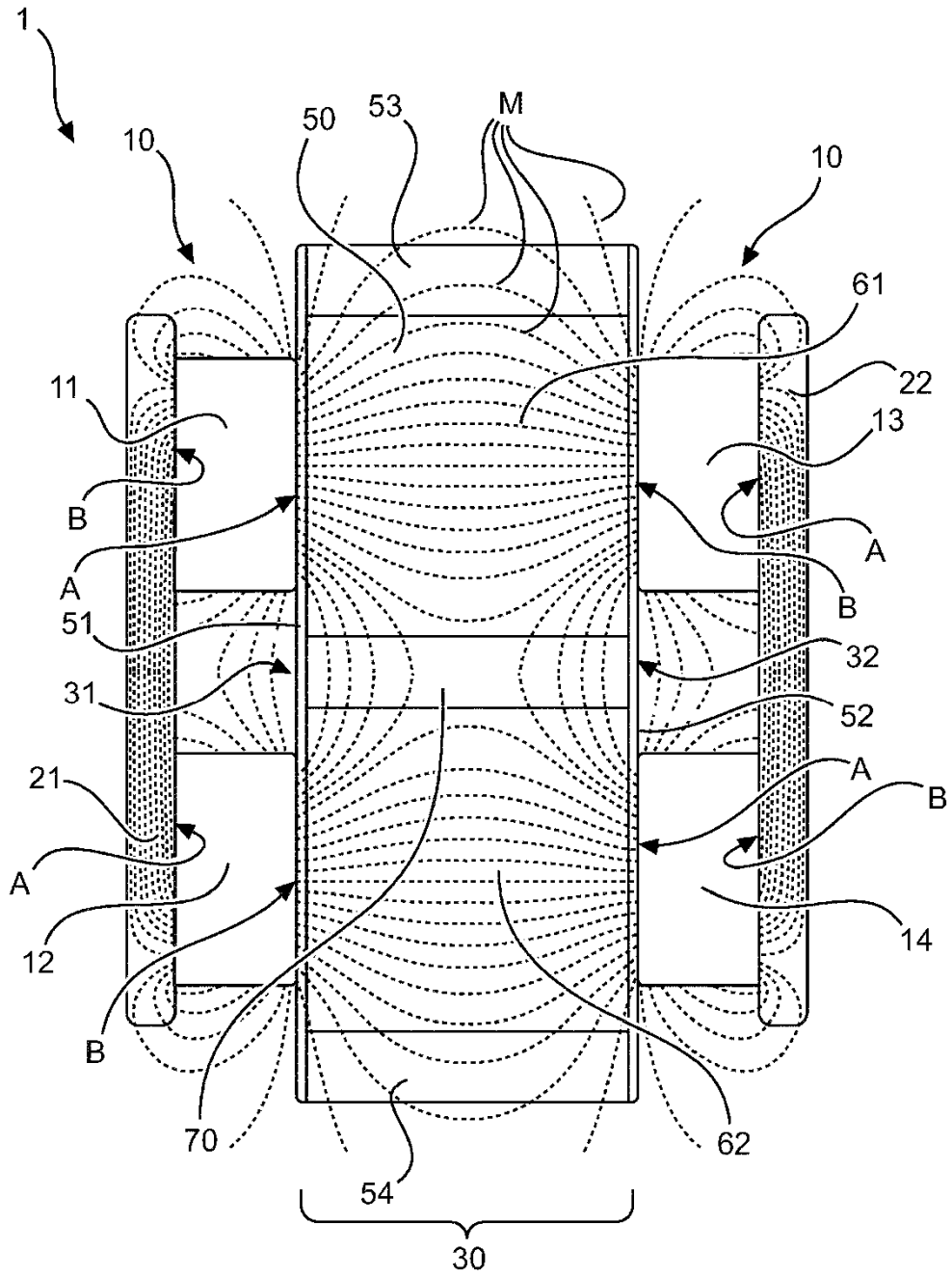


Fig.2

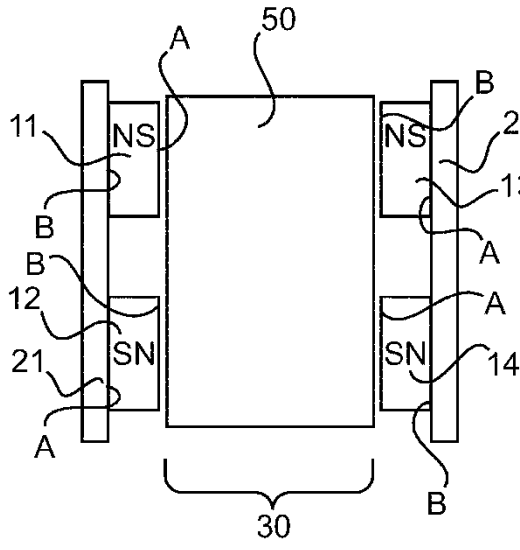


Fig. 3

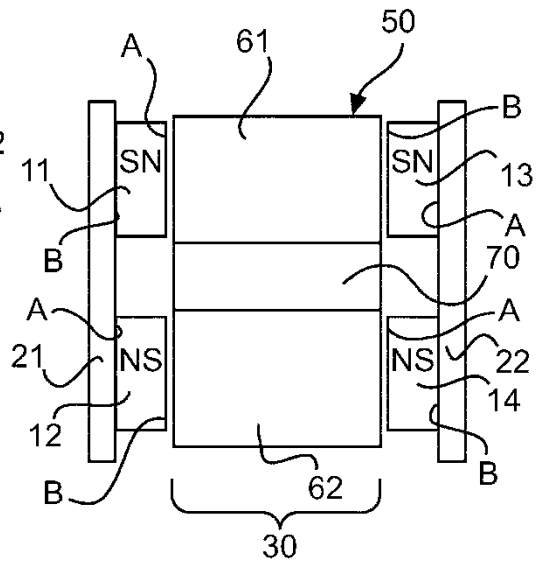


Fig. 4

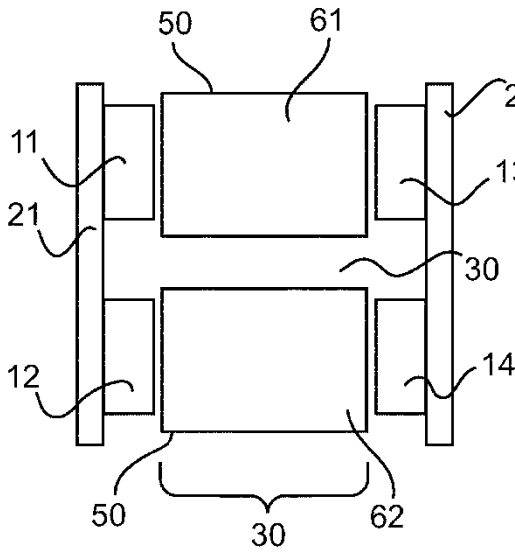


Fig. 5

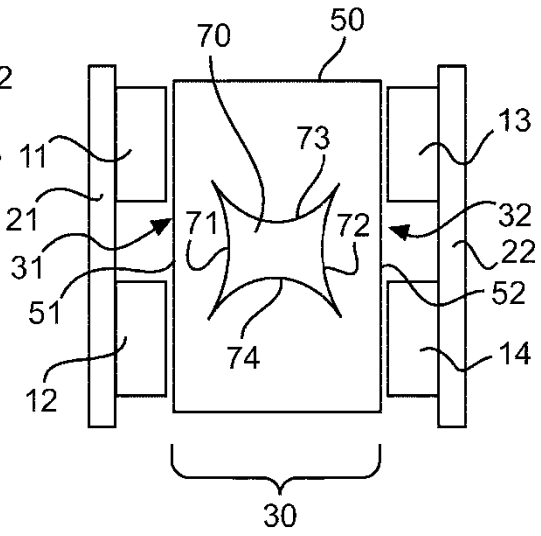


Fig. 6

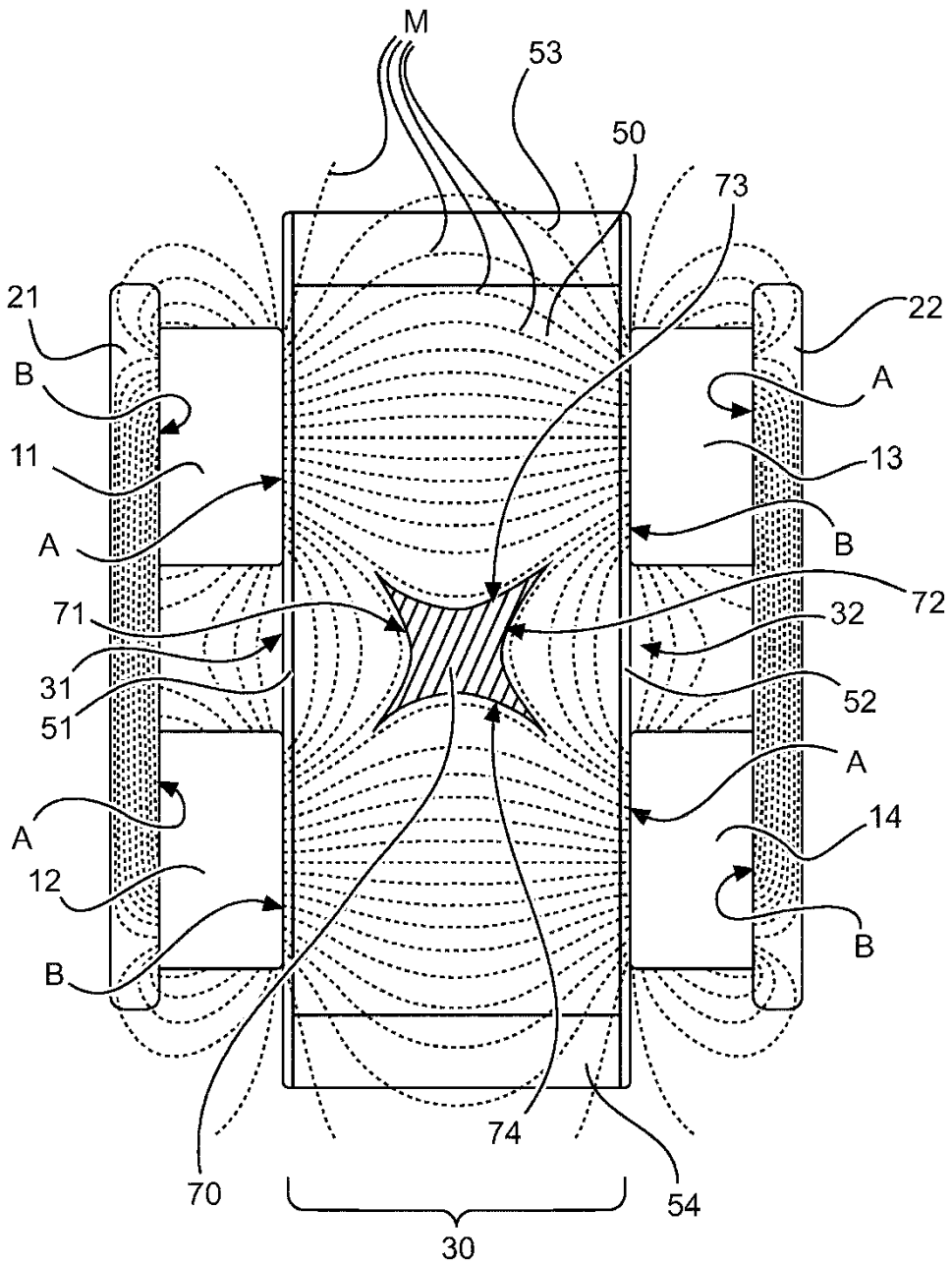


Fig.7

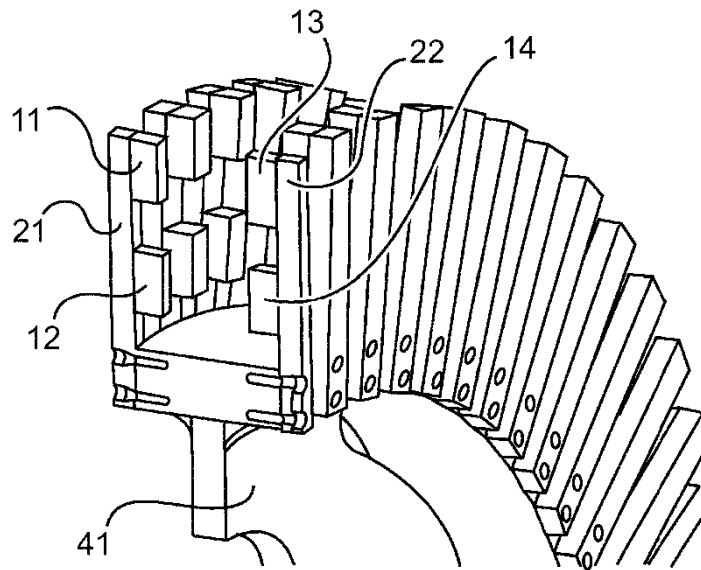


Fig. 8

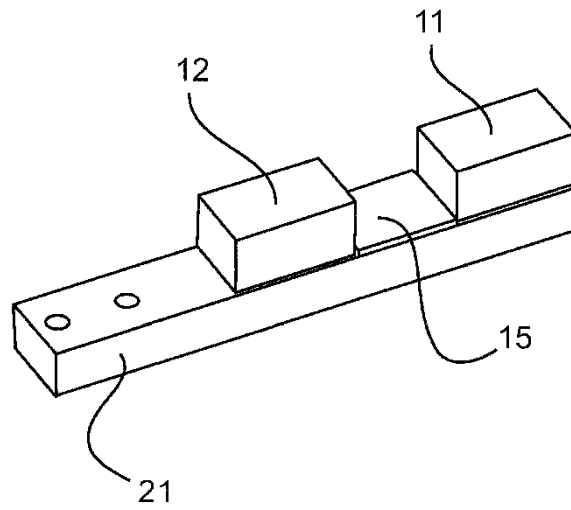


Fig. 9

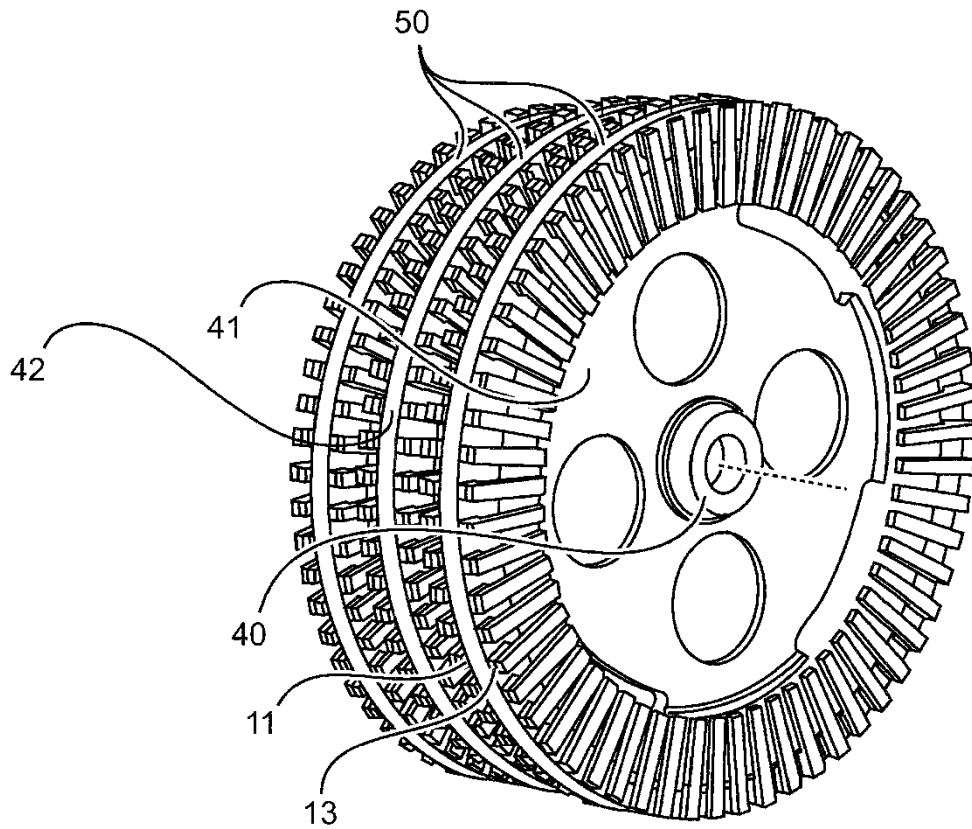


Fig. 10

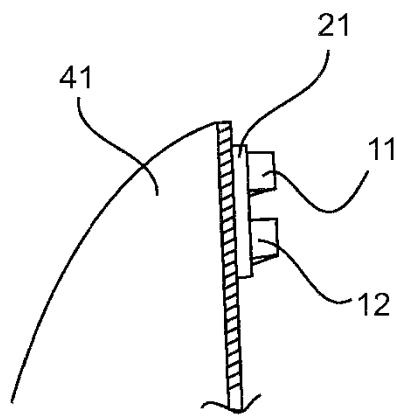


Fig. 11

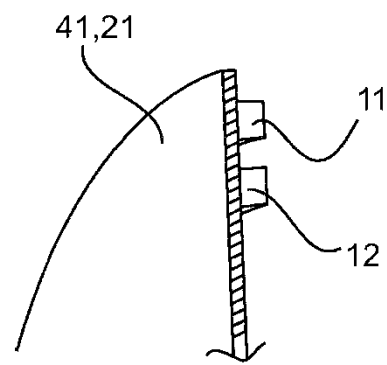


Fig. 12

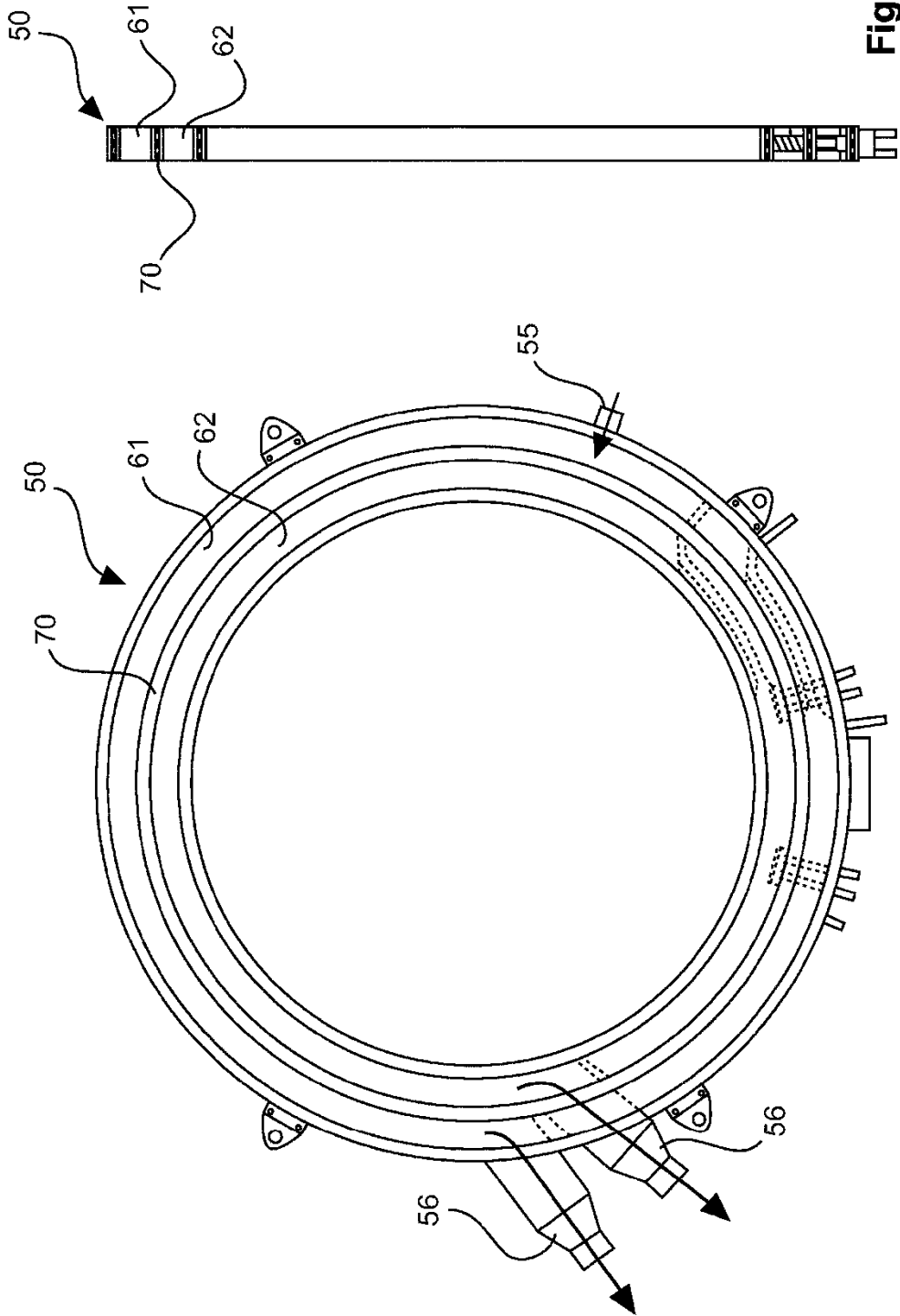


Fig. 13