

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 858 588**

51 Int. Cl.:

**B03C 1/033** (2006.01)

**B03C 1/14** (2006.01)

**B03C 1/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2017 PCT/EP2017/057408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018 WO18177518**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2017 E 17719491 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2020 EP 3568237**

54 Título: **Separador magnético**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.09.2021**

73 Titular/es:  
**LOESCHE GMBH (100.0%)  
Hansaallee 243  
40549 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:  
**SCHIFFERS, ANDREAS;  
BÄTZ, ANDRÉ y  
GEROLD, CARSTEN**

74 Agente/Representante:  
**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 858 588 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 magnético

La invención se refiere a un separador magnético para la separación en seco de partículas de material que tienen diferentes susceptibilidades magnéticas.

5 La creciente escasez de agua y la escasa o nula disponibilidad de la misma en diferentes regiones, así como los elevados costes y los requisitos medioambientales locales para el uso de métodos de procesamiento en húmedo, especialmente para las materias primas minerales, han contribuido a la creciente importancia de los métodos alternativos de procesamiento en seco, es decir, métodos que no requieren agua.

10 Los minerales se extraen a menudo de la roca sólida. En este caso, los minerales valiosos de la mena en bruto están presentes junto con los minerales acompañantes sin valor, que también se denominan residuos. Para separarlos entre sí, es conocido en los procesos de procesamiento o separación, por ejemplo, alimentar la roca sólida a una conminación de varias etapas, de modo que el mineral de la mena y los residuos se separen entre sí por la finura alcanzada. A continuación, se puede llevar a cabo una clasificación entre el mineral de la mena y los residuos aprovechando las diferentes propiedades de los dos bienes a clasificar. Aquí Hay que tener en cuenta que, cuanto más fino sea el grado de intercrecimiento de la materia prima, más fino habrá que triturarla también. Esto significa que, en algunos casos, es necesario reducir el tamaño hasta un tamaño de polvo del orden de 100 µm o inferior.

15 Especialmente teniendo en cuenta el hecho de que la calidad de los yacimientos minerales está disminuyendo en todo el mundo, cada vez es más complicado procesar y a continuación clasificar la roca sólida correspondiente.

20 Teniendo en cuenta estos dos aspectos mencionados anteriormente, por un lado la necesidad de una trituración cada vez más fina o de mayores grados de desintegración y por otro lado la escasez de agua, es deseable proporcionar procesos de clasificación en seco que tengan en cuenta las propiedades de, por ejemplo, los minerales de hierro, pero también otros minerales como, por ejemplo, los minerales de cromo, los minerales de titanio, los minerales de cobre, los minerales de cobalto, los minerales de tungsteno, los minerales de manganeso, los minerales de níquel, los minerales de tantalio o varios y numerosos minerales de tierras raras. Asimismo, la invención también puede utilizarse para procesar materias primas minerales secundarias como escorias, cenizas, otros residuos metalúrgicos, como polvos de filtro, escamas de óxido, si se desea concentrar o separar componentes magnéticos o magnetizables. En este contexto, las diferentes susceptibilidades magnéticas entre los minerales y los residuos se prestan a la separación basada en esto.

25 Se conocen varios sistemas de procesamiento en húmedo o separadores magnéticos en húmedo para separar en este sentido, utilizando esencialmente agua como medio portador, y aplicables dentro de un amplio número de tamaños de grano en términos de finura.

30 Sin embargo, particularmente en vista de la creciente escasez de agua y del aumento de los gastos de transporte de agua a zonas remotas con poca agua, existe el deseo, como se acaba de mencionar, de operar también sistemas de separación magnética en seco, que puedan utilizarse para la separación en el rango de partículas finas por debajo de 100 µm. A este respecto, ya se conocen diversos procedimientos de separación magnética en seco, como los descritos por ejemplo en el documento GB 624 103 o DE 2 443 487, que, sin embargo, sólo funcionan parcialmente de forma satisfactoria incluso con finuras inferiores a 100 µm.

35 Otro dispositivo de separación magnética es conocido por el documento DE 29 49 855 A1.

40 La invención se basa, por tanto, en la **tarea de** crear un separador magnético para la separación en seco de partículas de material con diferentes susceptibilidades magnéticas, que sea adecuado para su uso en un amplio rango de tamaños de grano, en particular también por debajo de 100 µm.

45 Según la invención, esta tarea se resuelve mediante un separador magnético que tiene las características de la reivindicación 1.

50 Las formas de realización ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes y en la descripción, así como en las figuras y su explicación.

55 En el separador magnético según la invención, se prevé que el mismo comprenda un cilindro giratorio en torno a su eje longitudinal y un dispositivo magnético dispuesto estacionariamente dentro del cilindro y que se extiende sustancialmente a lo largo de la longitud del mismo. El dispositivo magnético está configurado para generar un campo magnético, que es sustancialmente ininterrumpido en la dirección longitudinal del cilindro.

60 Además de esto, está prevista una cámara de clasificación que se extiende a lo largo de al menos una parte de la superficie de envuelta del cilindro en la dirección perimétrica del mismo y paralela al eje longitudinal del cilindro a lo largo de la altura del mismo. A este respecto, es ventajoso que la cámara de clasificación tenga, en sección transversal,

como máximo una anchura correspondiente sustancialmente a la anchura del dispositivo magnético y, como máximo, una profundidad correspondiente sustancialmente a la mitad de la anchura del dispositivo magnético.

5 Asimismo, el separador magnético comprende medios para alimentar de forma dispersa las partículas de material en la cámara de clasificación y medios para generar un flujo de aire de transporte a través de la cámara de clasificación, en donde, en funcionamiento, las partículas de material se transportan a través de la cámara de clasificación por medio del flujo de aire de transporte.

10 Además de esto, está previsto un motor para hacer girar el cilindro alrededor de su eje longitudinal, en donde, en funcionamiento, la superficie de envuelta del cilindro se mueve por rotación del cilindro sustancialmente perpendicular a la dirección del flujo del aire de transporte, y en donde el dispositivo magnético y el cilindro están configurados y dispuestos uno con respecto al otro de tal manera, que el campo magnético sustancialmente en la zona de la parte de la superficie de envuelta que tiene la cámara de clasificación y en la cámara de clasificación presenta una fuerza suficiente para atraer partículas de material a la superficie de envuelta.

15 La invención se basa en varias ideas básicas y en varios descubrimientos que actúan en combinación. En primer lugar, se ha reconocido que para que el separador magnético funcione bien, es necesario que haya un campo magnético suficientemente fuerte en la cámara de clasificación, por la que fluye la corriente de aire de transporte que contiene las partículas de material alimentadas en forma dispersa, de modo que pueda tener lugar la separación de las distintas partículas de material en función de sus diferentes susceptibilidades magnéticas. Para ello, es preferible que la cámara de clasificación esté dimensionada de tal manera, que el campo magnético generado por el dispositivo magnético se extienda, al menos dentro de la zona de la cámara de clasificación, en particular la que discurre a lo largo del cilindro.

20 Del mismo modo, alternativa u opcionalmente, también se puede garantizar que la corriente de aire de transporte con las partículas de material alimentadas dispersas en ella fluya a través de la cámara de clasificación de tal manera, que sea altamente probable que todas las partículas sean guiadas a través de un campo magnético suficientemente intenso. Esto puede hacerse, por ejemplo, mediante deflectores en la cámara de clasificación o similares. Un modo de realización de este tipo también entra dentro de las ideas básicas de la invención, que se materializan mediante el separador magnético según la invención.

25 Esto puede lograrse en dispositivos magnéticos usuales, por ejemplo, dimensionando la cámara de clasificación de manera, que tenga un ancho máximo en sección transversal que sea sustancialmente igual al ancho del dispositivo magnético y una profundidad máxima, que sea sustancialmente igual a la mitad del ancho del dispositivo magnético. Hay que tener aquí en cuenta que la profundidad máxima también depende de la intensidad del campo magnético. A este respecto, puede ser posible desviarse de esto en ciertos casos, utilizando un dispositivo magnético más fuerte.

30 Además de una presencia suficiente del campo magnético dentro de la cámara de clasificación, se ha reconocido por otro lado, de acuerdo con la invención, que es ventajoso para una buena calidad de la clasificación que se forme un campo magnético ininterrumpido a lo largo de la dirección longitudinal del cilindro y, por tanto, también dentro de una gran zona de la cámara de clasificación. Esto ofrece la ventaja de que, por un lado, el campo magnético puede actuar sobre las partículas de material a separar en prácticamente toda la longitud de la cámara de clasificación. Por otro lado, esto tiene la ventaja, en contraste con un campo magnético interrumpido, de que un campo magnético actúa continuamente sobre las partículas de material durante el transporte en la cámara de clasificación y no se interrumpe durante un corto periodo tiempo. De este modo, se obtienen mejores resultados de clasificación. También hay que tener en cuenta que las partículas de material, que son atraídas a la superficie de envuelta del cilindro por el campo magnético, dejan de estar expuestas a un campo magnético, al menos durante un corto periodo de tiempo, en el caso de un campo magnético interrumpido y, por tanto, se desprenderían de nuevo de la superficie de envuelta.

35 En conclusión, la invención se basa en la constatación de que para lograr una separación lo más pura posible de partículas de material con diferentes susceptibilidades magnéticas, se obtiene un mejor resultado si la dirección del flujo de la corriente de aire de transporte se prevé sustancialmente perpendicular a la dirección de rotación del cilindro. Esto hace que las partículas de material atraídas por el cilindro sean eliminadas rápida y velozmente de la cámara de clasificación por la rotación del cilindro. Si se forma una capa excesivamente gruesa de partículas de material atraído sobre el cilindro, el campo magnético en su conjunto se debilita a causa de ello, lo que a su vez provoca peores resultados de clasificación o separación.

40 A este respecto, también se ha reconocido de acuerdo con la invención que es ventajoso para obtener buenos resultados de la separación, que la clasificación o separación se lleve a cabo en flujo en el mismo sentido. Esto significa que el aire de transporte en el sistema o el flujo de aire en el sistema y el flujo de las partículas de material discurren en la misma dirección, es decir, en el flujo en el mismo sentido.

45 En principio, el dispositivo magnético puede estar diseñado de cualquier manera. Sin embargo, el uso de un imán de tres polos con disposición N-S-N o S-N-S de los polos ha resultado ser ventajoso. En este caso, el polo N representa el polo norte y el polo S el polo sur. Puede tratarse de un imán permanente o un electroimán. Un imán de tres polos en el sentido de la invención puede estar configurado de tal manera, que el polo central actúe como un polo casi doble o común y las líneas de campo discurren entre el polo central y los dos polos exteriores respectivos. La ventaja de utilizar

un imán de tres polos es que las líneas de campo magnético se concentran en el centro de la cámara de clasificación, debido a la geometría de la cámara de clasificación y a la estructura del dispositivo magnético, por lo que se consigue una alta eficiencia y se puede generar un campo magnético intenso que actúa sobre las partículas de material.

5 A continuación de la cámara de clasificación, puede estar prevista una cámara colectora en la dirección de rotación del cilindro, que está situada sustancialmente fuera del campo magnético del dispositivo magnético. Dado que el campo magnético en la cámara colectora ya no actúa sobre la superficie de envuelta del cilindro, las partículas de material originalmente atraídas a la superficie de envuelta del cilindro por el campo magnético también dejan de ser atraídas o retenidas en ella. Esto significa que las partículas de material de la cámara colectora se desprenden de la superficie exterior del cilindro y caen. En otras palabras, esta construcción permite alojar las partículas de material transportadas hacia fuera de la cámara de clasificación en la cámara colectora y seguir descargándolas desde allí. En este contexto, es preferible que el campo magnético se extienda sustancialmente sólo dentro de la cámara de clasificación, de modo que la cámara colectora pueda estar prevista adyacente, preferiblemente directamente adyacente, a la cámara de clasificación.

15 Además de esto, es posible configurar regletas de arrastre sobre la superficie de envuelta del cilindro. Estas regletas de arrastre, que se extienden ventajosamente en paralelo al eje longitudinal del cilindro, mejoran la eliminación de las partículas de material, que son atraídas a la superficie de envuelta del cilindro por el campo magnético. Mediante las regletas de arrastre se consigue o se facilita que el material atraído no permanezca en el radio de acción del campo magnético a pesar del tambor giratorio, es decir, el tambor no se deslice por debajo del material, sino que sea transportado fuera del campo magnético.

25 Es ventajoso que, durante el funcionamiento del separador magnético, exista una mayor presión estática en la cámara colectora que en la cámara de clasificación. Esta diferencia de presión establece un flujo de aire desde la cámara colectora hacia la cámara de clasificación. De este modo se garantiza que las partículas de material no magnetizables o magnetizables en menor medida puedan fluir desde la cámara de clasificación hacia la cámara colectora, sino que el transporte de material sólo tenga lugar esencialmente desde la cámara de clasificación hacia la cámara colectora solo a través de las partículas de material atraídas a la superficie de envuelta del cilindro. La diferencia de presión entre las dos cámaras crea así un contraflujo obturador, dirigido en contra la dirección de transporte del material atraído.

30 En la zona comprendida entre la superficie circunferencial del cilindro, la cámara de clasificación así como la cámara colectora, se forma ventajosamente una zona de obturación, por lo que el flujo de aire de la cámara colectora hacia la cámara de clasificación es ajustable y variable. Mediante el flujo de aire, se puede lograr una limpieza posterior adicional del producto resultante, que preferiblemente comprende sólo partículas de material magnetizable. El flujo de aire, que fluye a través de la zona de obturación entre la cámara colectora y la cámara de clasificación hacia la cámara colectora, arrastra una parte de las partículas de material acumuladas en la superficie de envuelta del cilindro de vuelta a la cámara de clasificación. Esto tiene como consecuencia que, dado que las partículas de material no magnético también se depositan en la envuelta del cilindro debido al recubrimiento de las partículas no magnéticas por parte de las partículas magnéticas, éstas son purgadas de nuevo junto con algunas de las partículas de material magnetizable y vuelven a la cámara de clasificación. Allí se introducen de nuevo en el proceso de clasificación continua, de modo que con mayor probabilidad las partículas de material no magnetizable no se vuelven a adherir y así se puede mejorar la pureza del material magnetizado.

45 Opcionalmente, pero también alternativamente, se pueden prever boquillas de soplado o limpieza explícitas en esta zona, con las que se puede soplar aire sobre la superficie de envuelta del cilindro. Este soplado explícito de aire, que también puede denominarse limpieza por soplado, tiene el mismo efecto que el flujo de aire a través de la zona de obturación. Al poder ajustar el flujo de aire o el aire que pasa por las boquillas de soplado, se puede ajustar la pureza del producto producido.

50 En principio, los medios para generar el flujo de aire de transporte a través de la cámara de clasificación pueden estar ejecutados de cualquier manera. Por ejemplo, el aire puede ser soplado activamente en la cámara de clasificación. Sin embargo, está de acuerdo con la invención que el separador magnético puede funcionar en presión negativa con respecto al medio ambiente por medio de un soplador, que succione el aire hacia fuera del separador magnético. El funcionamiento en presión negativa tiene la ventaja de que las partículas de material, que han sido trituradas hasta una finura muy elevada, permanecen dentro del separador magnético y no pueden salir de él a través de posibles aberturas. Esto reduce los problemas de contaminación por polvo del medio ambiente y similares. El aire o el aire de transporte en el sentido de la invención puede entenderse como el aire ambiente, pero también los gases correspondientes, como los gases o el aire de proceso o similares.

60 Por lo tanto, es preferible que se disponga un filtro de desempolvado a continuación de la cámara de clasificación y que se disponga un soplador para el separador magnético a continuación del filtro de desempolvado. Mediante esta construcción se consigue que las partículas de material no magnetizable, que han sido transportadas a través de la cámara de clasificación, puedan ser separadas del flujo de aire de transporte por medio del filtro de desempolvado. La disposición de un soplador para el separador magnético después del filtro de polvo, que aspira aire a través de la cámara de clasificación hacia el exterior, ofrece la ventaja de que, por un lado, hay una carga relativamente baja de polvo, es decir, de partículas finas de material, para el soplador, y, por otro lado, la construcción descrita anteriormente

puede ejecutarse operando el separador magnético en presión negativa.

5 A continuación de los medios para la alimentación dispersa de las partículas de material en la cámara de clasificación o en la corriente de aire de transporte que conduce a la cámara de clasificación, está previsto preferiblemente un tramo de aceleración para las partículas de material. Este tramo de aceleración sirve para acelerar las partículas de material dispersas en una distancia corta hasta la velocidad de la corriente de aire de transporte. Esto puede hacerse, por ejemplo, estrechando la sección transversal en los conductos hacia la cámara de clasificación. Además de esto, en el punto o en la zona de la sección transversal más estrecha se pueden prever otros medios para una mejor dispersión de las partículas de material en la corriente de aire de transporte, por ejemplo, levas, dientes decalados o incluso mezcladores estáticos.

10 Después de los medios para la alimentación dispersa de las partículas de material en la corriente de aire de transporte y antes o al entrar en la cámara de clasificación, se puede prever un difusor, que sirve para dispersar aún más las partículas de material en la corriente de aire de transporte. El difusor puede implementarse, por ejemplo, ampliando o ensanchando la sección de flujo de las tuberías. Sirve para dispersar aún más la mezcla de aire de transporte de partículas de material y para ajustar la velocidad de flujo a la velocidad de entrada deseada. A este respecto, es ventajoso que el difusor tenga un ángulo de abocardado de entre 4° y 6° para minimizar la separación y/o segregación del flujo. Otra ventaja de prever un difusor es que la velocidad de flujo de la corriente de aire de transporte en la cámara de clasificación se reduce, permitiendo así que la corriente de aire de transporte pase lentamente y en línea recta por la superficie de envuelta del cilindro.

15 En la cámara de clasificación, en particular en la zona de entrada del flujo de aire de transporte, puede disponerse un dispositivo para generar rodillos de flujo opuestos o en contrasentido en el flujo de aire de transporte. Este dispositivo puede, por ejemplo, adoptar la forma de una chapa triangular y/o angularmente ajustable, cuya forma y orientación crea dos rodillos de flujo que giran en sentidos opuestos. Por medio de estos rodillos de flujo, se puede aumentar la probabilidad de que todas las partículas de material magnetizable lleguen al menos una vez a las proximidades de la envuelta del cilindro hasta el momento en que salen de la cámara de clasificación, y queden así suficientemente bajo la influencia del campo magnético para ser atraídas a la envuelta del cilindro. Otra ventaja es que la previsión de rodillos de flujo permite una sección transversal más grande y, por lo tanto, un mayor caudal a través de la cámara de clasificación, ya que no es absolutamente necesario que el campo magnético sea lo suficientemente intenso en toda la sección transversal de la cámara de clasificación, ya que por medio de los rodillos de flujo las partículas de material transportadas también son transportadas desde zonas con un campo magnético demasiado débil a zonas con un campo magnético suficientemente intenso.

20 En principio, la cámara de clasificación puede tener cualquier forma deseada en cuanto a sección transversal. Es ventajoso que posea una sección transversal rectangular con esquinas redondeadas o biseladas. Esta sección transversal ha demostrado ser ventajosa, ya que se adapta especialmente bien al campo magnético que se configura en el dispositivo magnético y, por tanto, se puede conseguir de forma sencilla que no haya zonas, o que sean muy pequeñas, en la cámara de clasificación en las que el campo magnético no actúe con suficiente intensidad.

25 Ventajosamente, el separador magnético está configurado para tener un bajo arrastre de aire falso. Esto es especialmente relevante si el separador magnético funciona con presión negativa. La configuración con bajo arrastre de aire falso evita que el aire sea aspirado involuntariamente en el separador magnético, en particular en la cámara de clasificación, desde el exterior del separador magnético, lo que reduciría la velocidad de flujo en la cámara de clasificación. Esto también significa que el soplador requiere menos energía para generar una velocidad de flujo deseada suficiente.

30 Preferiblemente, el separador magnético es continuamente operable. En este contexto, desempeña un papel fundamental el hecho de que se prevea una descarga continua de las partículas de material magnetizable arrastradas hacia la superficie de envuelta del cilindro, desde la cámara de clasificación hacia la cámara colectora, de modo que el separador magnético pueda funcionar de forma continua. También influye el hecho de que es posible una alimentación continua de partículas de material a separar mediante una alimentación dispersa en el flujo de aire de transporte, que fluye a través de la cámara de clasificación sin interrupción. Una configuración de este tipo tiene la ventaja de que se puede lograr una mayor eficiencia, ya que no es necesario detener la instalación, por ejemplo para descargar las partículas de material magnetizable, y luego volver a ponerla en marcha.

35 Ventajosamente, la longitud de la cámara de clasificación y/o la velocidad del flujo de aire de transporte están configuradas y dispuestas de tal manera, que se logra un tiempo de permanencia de las partículas de material de 0,01 s a 2 s en la cámara de clasificación. Se ha comprobado que dicho tiempo de permanencia es, por un lado, lo suficientemente largo como para conseguir una buena pureza y separación entre los dos tipos de partículas de material, las magnetizables y las no magnetizables. Por otro lado, es deseable mantener el tiempo de permanencia lo más corto posible, ya que así se puede conseguir un mayor caudal con la misma instalación.

40 La invención se explica con más detalle a continuación en base a unos ejemplos de realización esquemáticos, haciendo referencia a las figuras. Aquí muestran:

la figura 1 un representación general esquemática de un separador magnético según la invención;

la figura 2 una vista superior sobre los medios para la alimentación dispersa correspondientes a la línea II de la Fig. 1;

5 la figura 3 una vista en corte parcial a lo largo de la línea III de la Fig. 3;

la figura 4 una vista en corte a lo largo de la línea IV de la Fig. 1;

10 la figura 5 una vista en corte de un separador magnético según la invención;

la figura 6 una vista aumentada de la zona VI de la Fig. 5;

la figura 7 una vista en corte de un separador magnético según la invención; y

15 la figura 8 una vista aumentada de la zona VIII de la Fig. 7.

20 En la Fig. 1, se muestra una representación general esquemática de un separador magnético 1 según la invención. A continuación, se explicará con más detalle su estructura y modo de funcionamiento, describiéndose tanto los componentes como el modo de funcionamiento a partir de la alimentación de las partículas de material 5 a separar en la dirección de separación en partículas de material magnetizables 6 y partículas de material no magnetizables 7.

25 A los efectos de la invención, puede entenderse que las partículas de material magnetizable y no magnetizable 6, 7 tienen una susceptibilidad magnética diferente, y que las partículas de material magnetizable 6 pueden estar más fuertemente influenciadas por un campo magnético que las partículas de material no magnetizable 7. A este respecto, no es obligatorio que las partículas de material no magnetizable 7 sean completamente no magnetizables.

30 Asimismo, debe tenerse en cuenta que las características individuales del separador magnético no tienen que materializarse necesariamente juntas en cada caso, sólo porque se muestren y describan juntas en un ejemplo de realización en la siguiente descripción. También es posible materializar sólo características individuales en cada caso en un modo de realización del separador magnético, en donde esto debe ser considerado como de acuerdo con la invención, siempre que el modo de realización caiga dentro del objeto de las reivindicaciones anexas.

35 Las partículas de material 5 que se van a separar se mantienen en una tolva 3, desde la que pueden ser transportadas por un transportador de tornillo sin fin 4 y llevadas al separador magnético 1 para su separación. Las partículas de material 5 a separar que se mantienen en la tolva pueden, por ejemplo, tener una finura de  $D_{90} < 30 \mu\text{m}$  a  $D_{90} < 500 \mu\text{m}$ . A través del transportador de tornillo sin fin 4, las partículas de material 5 llegan a los medios 50 para la alimentación dispersa de las partículas de material a una cámara de clasificación 30 del separador magnético 1.

40 El valor  $D_{90}$  describe la distribución del tamaño de las partículas en una distribución de grano, en la que el 90 % en peso es menor y el 10 % en peso es mayor que el diámetro especificado del grano límite.

45 Estos medios 50 pueden estar estructurados de varias maneras. En la forma de realización mostrada en la Fig. 1, que se muestra ampliada en una vista superior en la Fig. 2, los medios 50 comprenden una canaleta transportadora oscilante 52 con extremos dentados 53. Debajo de estos extremos 53 hay una tolva de entrada 54, que está conectada al conducto que lleva a la cámara de clasificación 30.

50 Los dientes 53 en el extremo de la canaleta transportadora oscilante 52 sirven para asegurar que las partículas de material 5 estén mecánicamente bien distribuidas y alimentadas de la manera más uniforme posible en toda la sección transversal de la tolva de entrada 54.

55 El separador magnético 1 funciona en presión negativa con respecto al entorno. Para ello, en el extremo del separador magnético 1 están previstos unos medios 60 para generar un flujo de aire de transporte, como se describirá con más detalle más adelante. Debido a la presión negativa existente en el separador magnético 1, el aire ambiente es aspirado a través de la tolva de entrada 54 como aire de transporte 61, en el que se dispersan las partículas de material 5.

60 Otra posibilidad para la alimentación dispersa de las partículas de material 5 es, por ejemplo, implementar la alimentación dispersa mediante una cinta dosificadora y una canaleta transportadora de aire. Otras posibilidades son prever un plato giratoria, sobre el que se introducen las partículas de material 5, alrededor del cual fluye el aire y, por tanto, las partículas de material 5 se introducen por separado en el flujo de aire. Asimismo, es posible una solución tipo sifón, que corresponde esencialmente a una pulverización directa de la salida de la tolva. En el conducto que va de la tolva 3 a la cámara de clasificación 30, se puede lograr una mezcla y una dispersión adicionales mediante cambios de dirección, así como mezcladores y/o partes internas estáticas o dinámicas generadoras de turbulencia previstos en la línea.

65 En principio, tales partes internas estáticas y/o dinámicas son también posibles en la forma de realización mostrada

aquí.

En la forma de realización ilustrada en la Fig. 1, está previsto un tramo de aceleración 41 antes de la entrada de la corriente de aire de transporte 61 que contiene las partículas de material 5 en la cámara de clasificación 30. Este tramo de aceleración 41 se materializa esencialmente mediante un estrechamiento de la sección transversal de los conductos y sirve para acelerar de forma continua las partículas de material 5 en el aire de transporte 61. En la zona que rodea el punto más estrecho del tramo de aceleración 41, pueden incorporarse adicionalmente unos deflectores, por ejemplo levas o dientes decalados, y/o un mezclador estático para conseguir una dispersión adicional, es decir, una distribución lo más uniforme posible, de las partículas de material 5 en la corriente de aire de transporte 61.

La velocidad del flujo en la cámara de clasificación 30 puede ajustarse, por ejemplo, mediante la fuerza de los medios 60 para generar el flujo de aire de transporte, que se describirá con más detalle a continuación. Además, es posible prever una tobera venturi plana como parte del tramo de aceleración 41, que también influye en la velocidad de flujo del aire de transporte 61 entrante en la cámara de clasificación 30 y, por tanto, también en la velocidad de flujo del aire de transporte.

En la forma de realización mostrada aquí, se supone que al final del tramo de aceleración 41, tanto la aceleración como la mezcla de las partículas de material 5 con el aire de transporte 61 se han completado en gran medida y que existe una distribución lo más uniforme posible. Para lograr la mejor separación posible de las partículas de material magnetizable 6 y las partículas de material no magnetizable 7, es conveniente hacer pasar las partículas de material 5 lo más lentamente posible a lo largo de un dispositivo magnético 20, que se describirá con más detalle a continuación. Sin embargo, dado que esto reduciría el caudal a alcanzar, es deseable hacer pasar las partículas de material 5 a lo largo del dispositivo magnético 20 tan rápidamente como sea posible, en donde debe lograrse aún así un tiempo de permanencia suficientemente largo en el campo magnético.

Para ello, puede estar previsto disponer un difusor 42 antes de entrar en la cámara de clasificación 30. De este modo, se consigue que el flujo de aire de transporte 61 se ensanche y que el material a clasificar se disperse posiblemente más, para que sea posible una buena separación. El difusor 42 puede implementarse, por ejemplo, ensanchando la sección transversal de transporte, en donde el ángulo del difusor 42 debería estar óptimamente entre 4° y 6°, para minimizar la separación y/o segregación del flujo. Asimismo, al ampliar la sección transversal del flujo, se consigue que la velocidad del flujo de aire de transporte 61 con las partículas de material 5 se reduzca, de modo que éstas se transportan más lentamente a través del campo magnético 25, el cual se explicará con más detalle a continuación, permitiendo así un mayor tiempo de actuación.

A continuación, el aire de transporte 61 con las partículas de material 5 fluye lo más lentamente posible en línea recta a través de la cámara de clasificación contigua 30. Como se muestra, por ejemplo, en la Fig. 4, la cámara de clasificación 30 tiene una sección transversal sustancialmente rectangular con esquinas redondeadas o achaflanadas. Un lado longitudinal de la cámara de clasificación 30 está delimitado por un cilindro giratorio 10. En el interior del cilindro 10 se encuentra el dispositivo magnético 20, que preferiblemente está diseñado como un imán de tres polos 21. Ventajosamente, el cilindro 10 está fabricado con un material no magnetizable o difícilmente magnetizable, por ejemplo con aluminio.

En lo sucesivo, la estructura del dispositivo magnético 20 y la del cilindro 10 se explicarán con más detalle haciendo referencia a la Fig. 4.

Como ya se ha descrito, el dispositivo magnético 20 es preferiblemente un imán de tres polos 21. En el modo de realización mostrado aquí se trata de un electroimán. En el sentido de la invención, se entiende que tres polos significa que el dispositivo magnético 20 está configurado de tal manera, que tiene un polo central 23 y otros dos polos 22 y 24 dispuestos lateralmente respecto al mismo, que están opuestos al polo central 23. En otras palabras, en el polo central 23 coincide el polo de los dos imanes exteriores.

El modo de realización del dispositivo magnético 20 mostrado en la Fig. 4 es un electroimán, que incluye un núcleo de hierro 26 y una bobina 27 para generar el campo magnético 25. Aquí, la bobina está arrollada alrededor del polo central 23. El campo magnético 25 se extiende sustancialmente a lo largo de la dirección del flujo en la cámara de clasificación 30. A este respecto la anchura 31 y la profundidad 32 de la cámara de clasificación 30 están dimensionadas de tal manera, que el espacio interior de la cámara de clasificación 30 está lo más lleno posible por el campo magnético 25. En particular, esto significa que el campo magnético 25 dentro de la cámara de clasificación 30 es lo suficientemente intenso, como para atraer las partículas de material magnetizable 6.

El propio dispositivo magnético 20 está situado dentro del cilindro 10 y está sustancialmente apantallado de forma hermética respecto al entorno. Esto tiene la ventaja de que las partículas magnetizables 6 no pueden llegar así directamente al imán y así reducir su rendimiento o contaminarlo a largo plazo.

Las partículas magnetizables 6 son atraídas y retenidas sobre una superficie de envuelta 11 del cilindro 10 por el campo magnético 25. El cilindro 10, que también puede denominarse tambor, está configurado para girar alrededor de su eje longitudinal 12. Para ello está previsto un motor 18. Como resultado de la dirección de rotación 13 del cilindro 10, una

parte de la superficie de envuelta 11, como se indica en la Fig. 4, gira fuera de la zona de acción del campo magnético 25. Esta parte se encuentra por fuera de la cámara de clasificación 30. Dado que en esta zona el campo magnético 25 ya no es efectivo o no es lo suficientemente intenso, las partículas magnetizables 6 se desprenden a su vez de la superficie de envuelta 11 del cilindro 10 y pueden así ser descargadas del separador magnético 1. Para una mejor extracción de las partículas magnetizables 6 de la cámara de clasificación 30, están previstas adicionalmente unas regletas de arrastre 14 sobre la superficie de envuelta 11. Mediante la previsión de las regletas de arrastre 14 sobre la superficie de envuelta 11 se consigue que, cuando el cilindro 10 gira fuera del campo magnético 25, las partículas magnetizables 6 no sean atraídas más por el campo magnético 25 y se impida que prácticamente se deslicen a lo largo de la superficie de envuelta 11 del cilindro 10 y no sigan la rotación. En otras palabras, se impide que no giren fuera del campo magnético. Dado que la regleta de arrastre 14 proporciona una elevación adicional, se facilita con ello el transporte de las partículas magnetizables 6 hacia fuera del campo magnético 25.

Alternativa o adicionalmente a las regletas de arrastre 14, también pueden estar previstos otros dispositivos correspondientes sobre la superficie de envuelta 11 del cilindro 10. Por ejemplo, aquí son posibles ranuras, rebajes o similares.

Como se puede ver en la Fig. 1, a continuación de la cámara de clasificación 30 se encuentra una cámara colectora 40, en la que se recogen las partículas magnetizables 6. En el extremo inferior de la cámara colectora 40 se encuentra, por ejemplo, una esclusa de rodete 47 para extraer las partículas magnetizables 6 de la cámara colectora 40 sin aumentar la entrada de aire falso en el separador magnético 1. Por supuesto, el dispositivo de extracción también puede diseñarse de otra manera, siempre que se minimice la entrada de aire falso.

Las partículas de material no magnetizable 7 permanecen en la cámara de clasificación 30 y son transportadas a través del flujo de aire de transporte 61 en dirección a un filtro de polvo 80. En este filtro 80, las partículas de material no magnetizable 7 se separan del flujo de aire de transporte 61 y, a continuación, también pueden ser descargadas del separador magnético 1 a través de una segunda esclusa de rodete 37. A continuación del filtro de polvo 80 se encuentra un soplador 62, que actúa como medio 60 para generar el flujo de aire de transporte y aspira el aire a través del separador magnético 1.

A continuación, con referencia a las Figs. 5 y 6, se explicará con más detalle en particular la zona entre la cámara de clasificación 30 y la cámara colectora 40. La Fig. 6 muestra una vista ampliada de la región VI de la Fig. 5. Ambas figuras representan una sección transversal a través de un separador magnético 1 según la invención.

Como se ha descrito anteriormente, el separador magnético 1 funciona a una presión negativa respecto al aire ambiente. Además de esto, se prevé que en la cámara colectora 40 prevalezca una presión estática mayor que en la cámara de clasificación 30. Esto significa que el aire y/o los gases tienden a fluir desde la cámara colectora 40 hacia la cámara de clasificación 30. Para influir en ello, en particular en la cantidad y/o la velocidad, se ha previsto una zona de obturación 70 en el punto de contacto entre la cámara de clasificación 30, la cámara colectora 40 y la superficie de envuelta 11 del cilindro 10. Debido a las diferencias de presión, un flujo de aire procedente de la cámara colectora 40 fluye a través de esta zona de obturación 70 en dirección a la cámara de clasificación 30. De forma correspondiente, en la zona de obturación 70 están previstos unos dispositivos como juntas o faldas de obturación, que aquí pueden minimizar o influir en el flujo de aire.

En la forma de realización ilustrada con referencia a las figuras 5 y 6, se prevé una junta 72 en la zona de contacto entre la cámara de clasificación 30 y la cámara colectora 40. Esta es mayor, en particular más larga, que la distancia entre dos regletas de arrastre 14, de modo que en interacción con las regletas de arrastre 14 se forma una especie de cámara con volúmenes de aire cerrados, que actúa como una esclusa para la transferencia de aire desde la cámara colectora 40 a la cámara clasificadora 30. La distancia entre la junta 72 y la parte superior de la regleta de arrastre 14 puede ajustarse, con lo que puede ajustarse el flujo de aire desde la cámara colectora 40 hacia la cámara de clasificación 30.

A este respecto, las regletas de arrastre 14 también sirven para mejorar la obturación de aire entre la cámara de clasificación 30 y la cámara colectora 40. En principio, la distancia entre las juntas y las regletas de arrastre 14 está diseñada para ser ajustable. De este modo, se puede ajustar el flujo de aire 71, que se configura en contra de la dirección de rotación 13 del cilindro 10. El flujo de aire 71 tiene la tarea de extraer por soplado las partículas de material magnetizables 6 y no magnetizables 7 adheridas a la superficie de envuelta 11 o a las regletas de arrastre 14, respectivamente, y de introducir las por soplado de vuelta a la cámara de clasificación 30. De este modo, se puede conseguir una limpieza posterior de las partículas de material 5. Por supuesto, el flujo de aire 71 no está ajustado a una fuerza tal, que todas las partículas de material 5 sean básicamente expulsadas por soplado. Como ya se ha descrito, la fuerza y la dimensión del flujo de aire 71 pueden variarse ajustando las juntas. En este contexto, también está prevista una entrada de aire para la cámara colectora 40, mediante la cual la cantidad de aire que fluye en la cámara colectora también puede ser variada, de forma que también puede influirse de este modo en el flujo de aire 71.

Del mismo modo, también se prevé una junta 73 en el otro lado del punto de contacto entre la cámara colectora 30 y la cámara de clasificación 40, como se muestra en la Fig. 5. En este caso, es deseable proporcionar una obturación tan buena como sea posible.

Se puede prever otro dispositivo para mejorar la pureza de las partículas de material magnetizable 6. Esto se explicará con más detalle a continuación con referencia a las figuras 7 y 8. La Fig. 7 también representa de forma esquemática un corte a través de un separador magnético 1 según la invención, siendo la Fig. 8 una representación ampliada de la zona VIII de la Fig. 7. Esto se relaciona a su vez con la zona de obturación 70.

5

Además del flujo de aire, están previstas aquí unas boquillas de limpieza 65, que soplan activamente aire sobre la superficie de envuelta 11 del cilindro 10. Este soplado activo puede realizarse, por un lado, mediante el soplado activo y, por otro, también es posible aspirar el aire que es atraído en esta dirección por la presión negativa existente. El propósito de las boquillas de limpieza adicionales 65 es similar al del flujo de aire 71, en el que el material presente sobre la superficie de envuelta 11 extraído por soplado y alimentado a una limpieza adicional en la cámara de clasificación 30.

10

Un resultado de separación aún mejor se consigue proporcionando, como se describe con referencia a la Fig. 3 a continuación, un dispositivo para generar rodillos de flujo 44 en la cámara de clasificación 30. Este dispositivo puede tener, por ejemplo, la forma de una chapa triangular ajustable en ángulo o de un ala delta. En este caso, es esencial que genere dos rodillos de flujo 45 que se mueven en sentidos opuestos y que, además, garantizan que las partículas de material 5 que se encuentran dentro de la cámara de clasificación 30 sean transportadas lo más cerca posible de la superficie de envuelta 11 del cilindro 10 y, por tanto, las partículas magnetizables 6 sean atraídas por la superficie de envuelta 11.

15

20

El flujo de aire de transporte 61 en la cámara de clasificación 30 debe ser lo más uniforme posible, en particular laminar. A efectos de la invención, se puede considerar que es lo más paralelo posible al tambor o al eje magnético, en donde esto incluye también los rodillos de flujo descritos anteriormente. Preferiblemente, la velocidad de flujo de la corriente de aire de transporte 61 se ajusta de tal manera que corresponde aproximadamente a la velocidad de caída libre de las partículas de material 5 en conjunto. Esto significa que se supone una alimentación no dispersa. En este caso, la velocidad está normalmente en el rango de 3 m/s a 7 m/s.

25

Se pueden conseguir diferentes efectos variando la velocidad del flujo. De esta manera mediante una velocidad de flujo mayor, es decir una mayor rapidez de la corriente de aire de transporte 61 en la cámara de clasificación 30, se consigue un mayor caudal con una carga de polvo constante, es decir, la misma carga de partículas de material 5 por volumen de aire de transporte 61. Con un caudal constante, la carga de polvo o partículas de material se reduce, lo que aumenta la pureza de la fracción de partículas de material magnetizable 6 descargada en la cámara colectora 40.

30

Si se reduce la velocidad de flujo de la corriente de aire de transporte 61, aumenta el tiempo de permanencia en el campo magnético 25 y, por tanto, aumenta la extracción de las partículas magnetizables 6 en la porción descargada.

35

Como se desprende del concepto general del separador magnético 1, las características centrales para el separador magnético 1 según la invención son que las partículas de material 5, que deben ser separadas, son transportadas en una corriente paralela al aire de transporte 61. Además de esto, es fundamental que el flujo de aire de transporte 61 y la dirección de rotación 13 del cilindro 10 estén orientados de forma sustancialmente perpendicular entre sí, de modo que las partículas de material magnetizable 6, que se acumulan en la superficie de envuelta 11 del cilindro 10, se eliminen del campo magnético 25 lo más rápidamente posible y, por tanto, el rendimiento del dispositivo magnético 20 no se vea sustancialmente afectado. Si éstas permanecieran adheridas durante un período de tiempo más largo, el campo magnético 25 resultante se debilitaría a largo plazo y, por tanto, la eficacia del separador magnético 1 sería menor.

40

45

En principio, también es posible disponer varios separadores magnéticos 1 según la invención en serie para producir diferentes calidades de material, en función de la intensidad del campo magnético y de las partículas individuales de material 5 a clasificar. Del mismo modo, también es posible realizar esto mediante una cámara colectora 40 dividida en dos, en la que en una zona superior se acumula el material con propiedades diferentes a las una zona inferior. A este respecto, también es posible prever unos dispositivos magnéticos 20 de diferente intensidad a lo largo del eje longitudinal del cilindro.

50

El separador magnético 1 según la invención también logra una ley de crecimiento extremadamente favorable, en comparación con los separadores magnéticos de construcción similar del estado de la técnica.

55

Para aumentar el caudal en los separadores magnéticos de tambor convencionales, por lo general esto sólo se puede conseguir aumentando la anchura del tambor, aumentando el grosor de la capa de material admisible de partículas magnetizables, y/o aumentando la velocidad del tambor, es decir, la velocidad de rotación. Como se ha descrito anteriormente, el grosor de la capa de material sobre el tambor no puede lograrse sin efectos negativos en la extracción, la pureza, así como la intensidad del campo magnético. Del mismo modo se comporta con la velocidad del tambor. A partir de una determinada velocidad de giro del tambor, la fuerza centrífuga es tan grande que las partículas de material atraídas son arrojadas de nuevo fuera del tambor por la rotación y, por tanto, no pueden ser transportadas fuera del campo magnético por medio del tambor. Esto significa que, dado que la velocidad de descarga del tambor, así como el grosor de la capa sobre el tambor, deben mantenerse constantes con un aumento de las dimensiones, el caudal normalmente sólo puede aumentarse a través de la anchura del tambor. Esto se debe también al hecho de que en los separadores magnéticos de tambor conocidos, a diferencia de la invención, no se consigue que esencialmente sólo las

65

partículas magnetizables sean atraídas por el tambor. Por ello, en los separadores magnéticos de tambor convencionales se desea mantener la capa de partículas magnetizables sobre el tambor lo más fina posible, es decir, idealmente como una capa de un solo grano.

- 5 En cambio, según la invención, la cámara de clasificación permite ampliarla en las tres direcciones, longitud, altura y anchura. Si la velocidad del flujo en la cámara de clasificación se mantiene constante, el caudal del separador magnético según la invención crece cuadráticamente en este caso, en contraste con la proporción en el estado de la técnica. Si la velocidad del flujo también se puede aumentar conforme aumenta la instalación y el tamaño, resulta una ley de crecimiento con una potencia aún mayor. Aquí es donde se hace evidente la ventaja de la solución según la
- 10 invención sobre los separadores magnéticos de tambor conocidos: en el separador magnético según la invención, no es necesario proporcionar sólo una fina capa de partículas magnetizables de un solo grano sobre el tambor porque, debido a las partículas dispersas en el flujo de aire de transporte y a la estructura completa del separador magnético, esencialmente sólo hay partículas magnetizables sobre el tambor o sobre la envuelta del cilindro. Por lo tanto, no existe el problema de la velocidad de rotación, como en los separadores de tambor magnético conocidos, y es irrelevante para
- 15 la pureza la lentitud con la que gira el tambor y el grosor de la capa de partículas magnetizables sobre el tambor.

Una ley de crecimiento tan favorable ofrece la ventaja de que el separador magnético 1 según la invención puede utilizarse también para tamaños de instalación más elevados, sin tener que llegar a dimensiones antieconómicas.

- 20 Con el separador magnético según la invención es posible, de esta forma, separar partículas de material fino en el rango de  $D_{90} < 30\mu\text{m}$  a  $D_{90} < 500\mu\text{m}$  en seco de manera eficiente.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Separador magnético (1) para la separación en seco de partículas de material (5) con diferentes susceptibilidades magnéticas,  
con un cilindro (10) giratorio alrededor de su eje longitudinal (12),  
5 con un dispositivo magnético estacionario (20), dispuesto dentro del cilindro, que se extiende sustancialmente a lo largo del mismo y que está configurado para generar un campo magnético (25) ininterrumpido en la dirección longitudinal del cilindro,  
con una cámara de clasificación (30), que se extiende a lo largo de una parte de la superficie de envuelta (11) del cilindro (10) en la dirección perimétrica del cilindro (10) y paralela al eje longitudinal (12) del cilindro (10) a lo largo de la altura del cilindro (10), con unos medios (50) para alimentar de forma dispersa las partículas de material (5) a la cámara de clasificación (30),  
10 con unos medios (60) para generar un flujo de aire de transporte (61) a través de la cámara de clasificación (30),  
en donde, en funcionamiento, las partículas de material (5) son transportadas a través de la cámara de clasificación (30) por medio del flujo de aire de transporte (61),  
15 con un motor (18) para hacer rotar el cilindro (10) alrededor de su eje longitudinal (12), en donde, en funcionamiento, la superficie de envuelta (12) del cilindro (10) se se desplaza de forma sustancialmente perpendicular a la dirección del flujo del aire de transporte (61) mediante la rotación del cilindro (10),  
y en donde el dispositivo magnético (20) y el cilindro (10) están configurados y dispuestos uno respecto del otro de tal forma, que el campo magnético (25), sustancialmente en la zona de la parte de la superficie de envuelta (11) con la cámara de clasificación (30) y en la cámara de clasificación (30), tiene una intensidad suficiente para atraer las partículas de material (5) a la superficie de envuelta (11),  
20 **caracterizado porque**  
el separador magnético (1) es operable en presión negativa con respecto al medio ambiente mediante un soplador (62), que succiona el aire hacia fuera del separador magnético (1).  
25 2.- Separador magnético según la reivindicación 1,  
**caracterizado porque**  
el dispositivo magnético (20) está ejecutado como un imán de 3 polos (21) con una disposición N-S-N o S-N-S de los polos (22, 23, 24).  
30 3.- Separador magnético según la reivindicación 1 ó 2,  
**caracterizado porque**  
en el sentido de la rotación (13) del cilindro (10), una cámara colectora (40) está prevista a continuación de la cámara de clasificación (30), la cual está situada esencialmente fuera del campo magnético (25) del dispositivo magnético (20).  
35 4.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 3,  
**caracterizado porque**  
unas regletas de arrastre (14) están configuradas sobre la superficie de envuelta (11) del cilindro (10).  
5.- Separador magnético según la reivindicación 3 ó 4,  
40 **caracterizado porque**  
durante el funcionamiento se configura una presión mayor en la cámara colectora (40) que en la cámara de clasificación (30).  
6.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 3 a 5,  
45 **caracterizado porque**  
se configura una zona de obturación (70) en la zona entre la superficie de envuelta (11) del cilindro (10), la cámara de clasificación (30) y la cámara colectora (40), como resultado de lo cual se puede ajustar un flujo de aire (71) desde la cámara colectora (40) hasta la cámara de clasificación (30).  
50 7.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 3 a 6,  
**caracterizado porque**  
en la zona comprendida entre la superficie de envuelta (11) del cilindro (10), la cámara de clasificación (30) y la cámara colectora (40), están previstas unas boquillas de limpieza (40), con las que se sopla aire sobre la superficie de envuelta (11) del cilindro (10).  
55 8.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 7,  
**caracterizado porque**

está previsto un soplador (62) para el separador magnético (1) en el extremo del separador magnético (1).

9.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 8,

**caracterizado porque**

5 un filtro de eliminación de polvo está dispuesto a continuación de la cámara de clasificación.

10.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 9,

**caracterizado porque**

10 está previsto un tramo de aceleración (41) para las partículas de material (5) a continuación de los medios (50) para la alimentación dispersa de las partículas de material (5) a la cámara de clasificación (30).

11.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 10,

**caracterizado porque**

15 después de los medios (50) para la alimentación dispersa de las partículas de material (5) y al entrar en la cámara de clasificación (30), está previsto un difusor (42) para dispersar aún más las partículas de material (5) en la corriente de aire de transporte (61).

12.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 11,

**caracterizado porque**

20 en la cámara de clasificación (30), en la zona de entrada del flujo de aire de transporte (61), se dispone un dispositivo (44) para generar rodillos de flujo en sentidos opuestos en el flujo de aire de transporte (61).

13.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 12,

**caracterizado porque**

25 la cámara de clasificación (30) tiene una sección transversal sustancialmente rectangular con esquinas redondeadas o achaflanadas.

14.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 13,

**caracterizado porque**

30 el separador magnético (1) puede funcionar de forma continua.

15.- Separador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 14,

**caracterizado porque**

35 la longitud de la cámara de clasificación (30) y la velocidad del flujo de aire de transporte (61) están configuradas y dispuestas para lograr un tiempo de permanencia de las partículas de material (5) en la cámara de clasificación (30) de 0,01 s a 2 s.

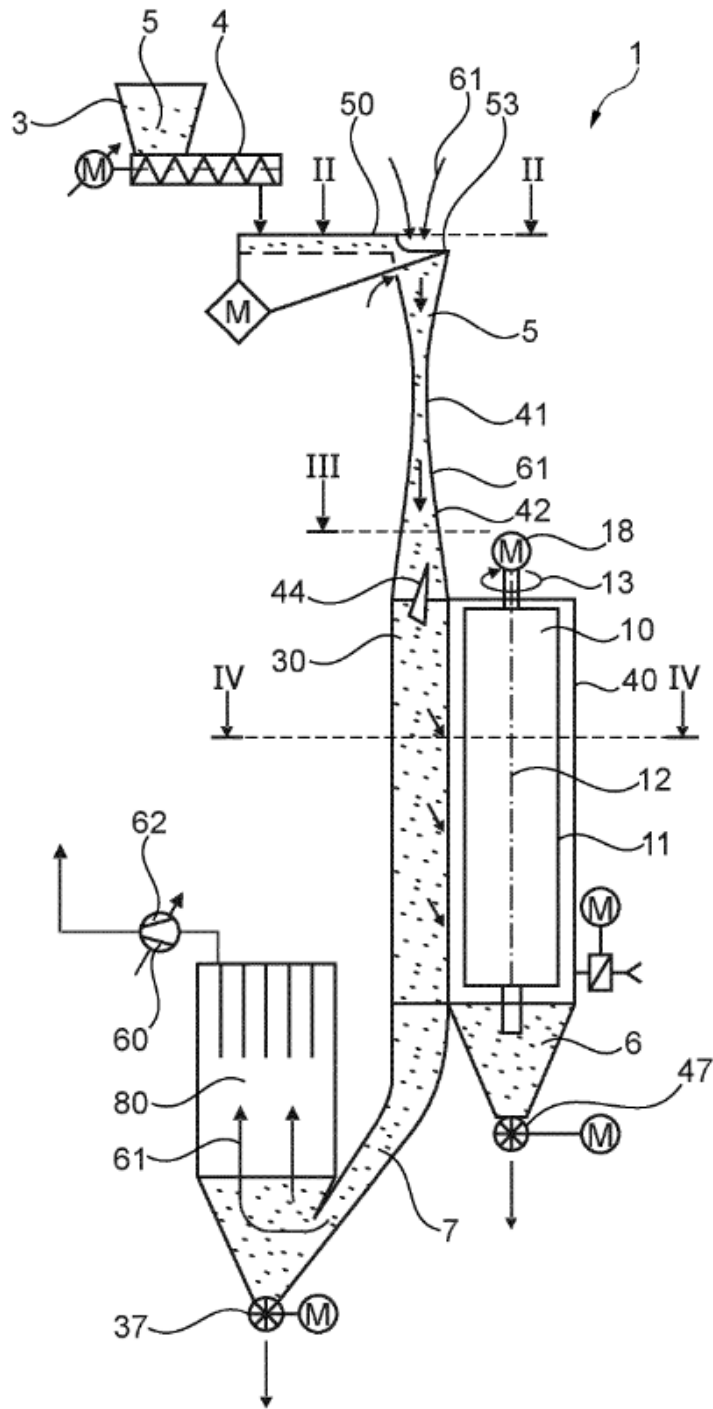


Fig. 1

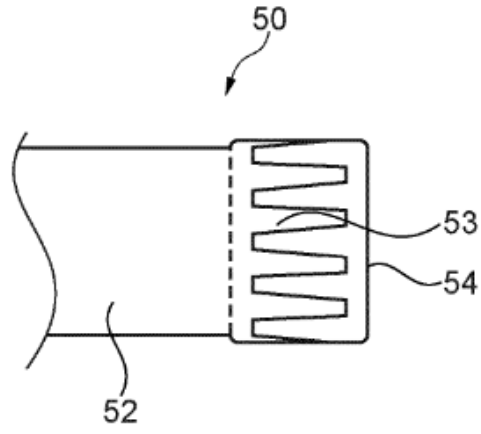


Fig. 2

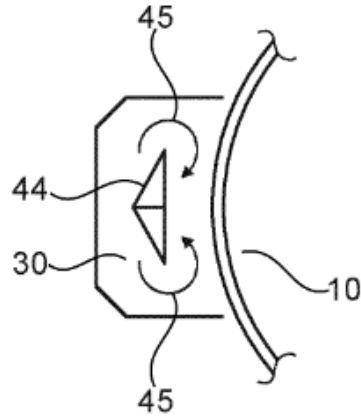


Fig. 3

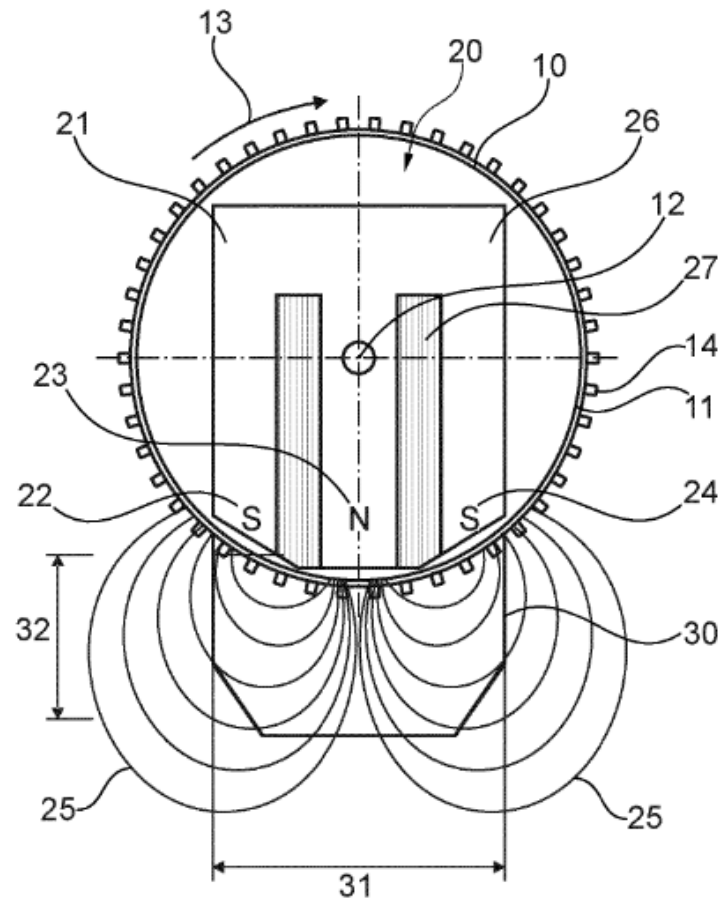


Fig. 4

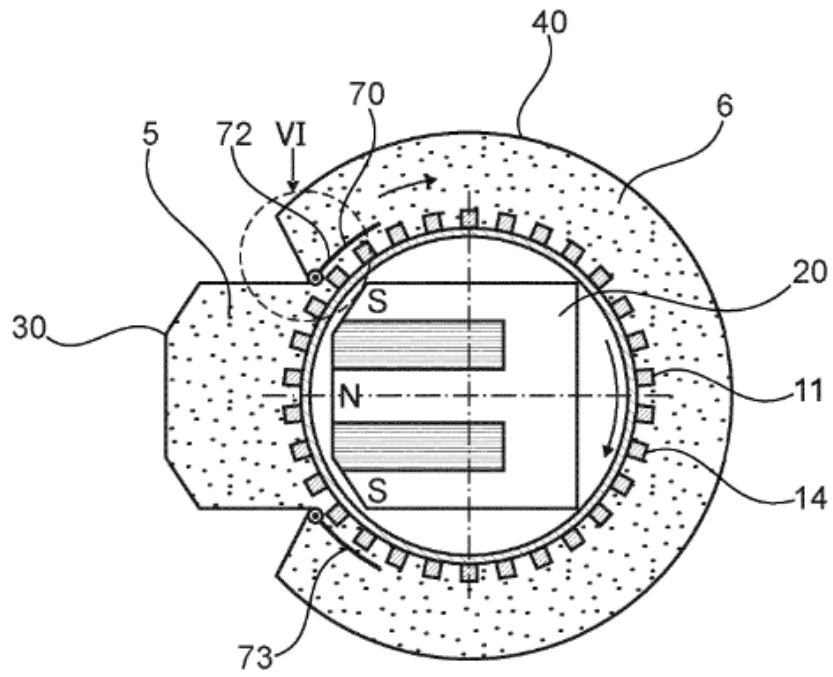


Fig. 5

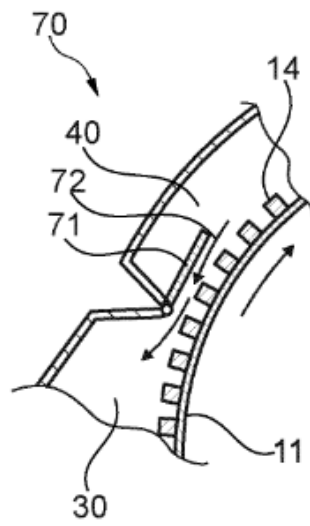


Fig. 6

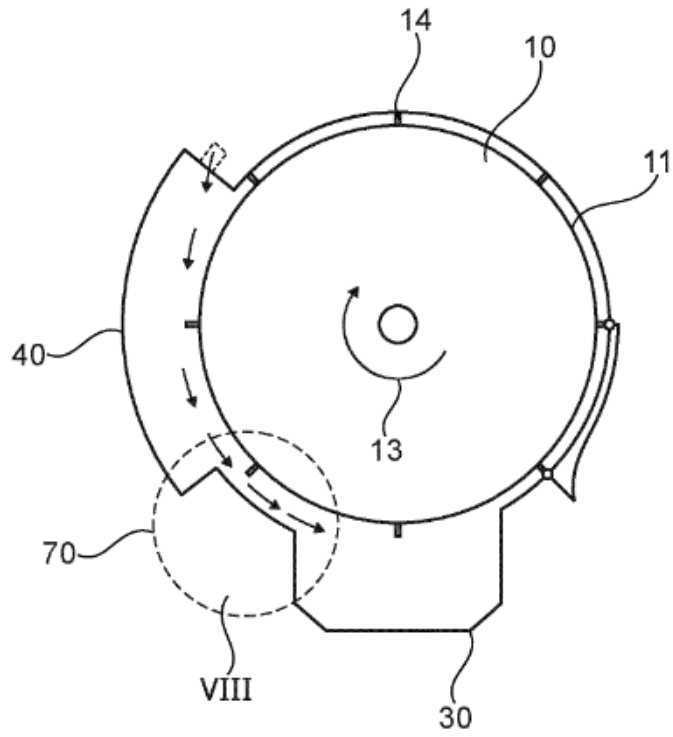


Fig. 7

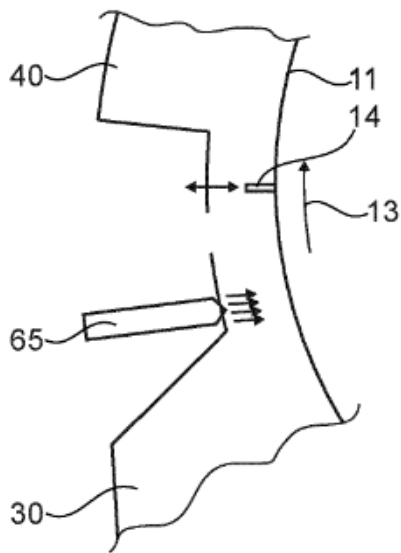


Fig. 8