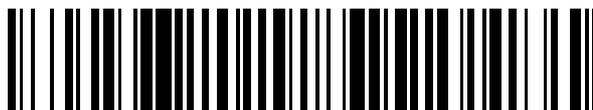


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 090**

51 Int. Cl.:

B03C 1/247 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2010 E 10785440 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014 EP 2506978**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para separar partículas de diferente conductividad eléctrica**

30 Prioridad:

04.12.2009 DE 102009056717

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

13.11.2014

73 Titular/es:

**EXNER, HUBERTUS (100.0%)
Am Zauberberg 1 A
38667 Bad Harzburg, DE**

72 Inventor/es:

EXNER, HUBERTUS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 522 090 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 y procedimiento para separar partículas de diferente conductividad eléctrica.

5 La invención concierne a un dispositivo para separar partículas de diferente conductividad eléctrica de un producto clasificable, que comprende un separador de corrientes parásitas con un sistema magnético rotativo dotado de un eje de rotación y un equipo de transporte sobre el cual corre el producto clasificable constituido por partículas de diferente conductividad en una dirección de transporte a través del campo magnético abarcado por el sistema magnético.

10 La invención concierne, además, a un procedimiento para separar partículas de diferente conductividad eléctrica con un separador de corrientes parásitas dotado de un sistema magnético rotativo con un eje de rotación, en el que se conduce un producto clasificable constituido por partículas de diferente conductividad a través del sistema magnético.

15 En la separación de materiales valiosos, particularmente en relación con el reciclado, es posible realizar primeramente sin problemas la separación de materiales ferromagnéticos, es decir, especialmente hierro, por medio de sencillos procedimientos magnéticos. Para la separación adicional de metales no féreos uno de otro y también para la separación de plástico y otros materiales no magnéticos se puede efectuar después de la retirada de los materiales ferromagnéticos, basándose en la diferente conductividad eléctrica, una separación por corrientes parásitas. Esta clasificación por medio de corrientes parásitas ha adquirido una importancia creciente en los últimos 20 años.

20 La clasificación por corrientes parásitas se basa en dos fenómenos físicos: por un lado, se acompañan campos magnéticos temporalmente variables por un campo eléctrico (ley de inducción), y por otro lado, se construyen conductores recorridos por la corriente alrededor de un campo eléctrico (ley de Biot-Savart). Por tanto, si se mueven partículas buenas conductoras junto con partículas no conductoras en un campo magnético, se generan corrientes parásitas en el campo. Estas corrientes parásitas a su vez provocan campos magnéticos que están dirigidos en sentido contrario a los del campo magnético alterno. Resulta en conjunto una acción de fuerza repelente. La acción de fuerza acelera las partículas conductoras en forma de un movimiento de lanzamiento y las retira de esta manera de la corriente másica de partículas no conductoras.

25 Este efecto se utiliza, por ejemplo, en un dispositivo conocido por los documentos EP 0 898 496 B1 y WO 97/44137 A1 y frecuentemente utilizado con resultados satisfactorios. El material a clasificar es transportado allí sobre una cinta transportadora que posee en su extremo un tambor de lanzamiento. En este tambor de lanzamiento rotativo se encuentra una rueda polar equipada con imanes permanentes de polaridad alterna que está dispuesta en una posición centrada o, como se describe precisamente en el documento EP 0 898 496 B1, en una posición excéntrica. La rueda polar gira con una velocidad de rotación más alta que la del tambor de lanzamiento. Las partículas eléctricamente buenas conductoras son desviadas de la corriente de material en forma de una parábola de lanzamiento y capturadas por separado.

30 Se propone en este caso prever las parábolas de lanzamiento en posición paralela o antiparalela con respecto a la dirección de transporte de las partículas, o bien disponer las ruedas polares perpendicularmente a la dirección de transporte de las partículas para descargar las partículas lateralmente de una cinta transportadora.

35 Se conoce por el documento DE 43 17 640 A1 una propuesta modificada de esto, en la que se propone adicionalmente disponer por debajo de un ramal superior de una correa transportadora dos ruedas polares cuyo eje de giro discorra bajo un ángulo agudo con la dirección de transporte. En este caso, una de estas dos ruedas polares deberá descargar de la corriente de transporte, en un lado, piezas no ferromagnéticas eléctricamente conductoras, por ejemplo piezas de aluminio, por generación de un impulso de aceleración lateralmente dirigido, para llevarlas de la cinta transportadora con una parábola de lanzamiento a una caja colectora, y la otra rueda polar deberá descargar las piezas de aluminio correspondientes - que se encuentran al otro lado del eje central de la correa transportadora - hacia el otro lado de dicha cinta transportadora. Los elementos eléctricamente no conductores siguen avanzando entonces con la cinta transportadora.

40 Como se propone en el documento DE 43 23 932 C1, otros conceptos trabajan con una variación de la frecuencia del campo alterno mediante un número de revoluciones variable y utilizan de esta manera el alcance de lanzamiento variable de las partículas conductoras.

45 Para conseguir una separación aún mejor se propone en el documento EP 1 054 737 B1 conducir primeramente las partículas a clasificar a través de una cámara de refrigeración y así aumentar la conductividad y poder separar mejor una de otra partículas de diferente conductividad eléctrica.

50 En otra concepción conocida por el documento DE 197 37 161 A1 se propone prolongar el tiempo de permanencia de las partículas a separar en el campo magnético. En lugar de una rueda polar se utiliza un separador magnético de disco sobre el cual se desvían a diferente distancia las partículas que se deben separar. En esta concepción son

problemáticos, por un lado, el coste constructivo muy alto y, por otro lado, el entorpecimiento mutuo de las partículas de las diferentes corrientes másicas, que conducen a inevitables descargas erróneas. Ambas cosas se oponen considerablemente a un aprovechamiento industrial.

5 Los precios de las materias primas constantemente crecientes para materiales residuales metálicos como, por ejemplo, aluminio, por un lado, y los requisitos también continuamente crecientes impuestos a la pureza de fracciones de materia prima correspondientemente clasificadas, por otro lado, conducen a requisitos cada vez mayores impuestos a la calidad de la clasificación de incluso disposiciones de clasificación para metales no féreos.

10 Por tanto, existe, por un lado, un alto interés en que en una fracción de materia prima derivada de un material enteramente determinado, por ejemplo aluminio, no se encuentren en lo posible materias extrañas o solamente se encuentren muy pocas materias extrañas. Una alta proporción de materias extrañas reduce dramáticamente las posibilidades de uso y, por tanto, el valor de tal producto clasificado.

15 Por otro lado, los altos valores de metales no féreos conducen a que fracciones metálicas contenidas en una mezcla a clasificar, por ejemplo de residuos, se alimenten también realmente, siempre que sea posible, a un lugar de aprovechamiento, es decir que se reconozcan durante la clasificación. Cada partícula no reconocida durante la clasificación, por ejemplo una partícula de aluminio no reconocida como aluminio, que se deseche, representa una pérdida de esta materia prima.

20 Las instalaciones de clasificación conocidas por el estado de la técnica, por ejemplo las señaladas anteriormente, proporcionan ya buenos resultados, pero existe un interés considerable en aprovechar aún mejor las mezclas disponibles y al mismo tiempo reducir aún más las partículas extrañas falsamente asociadas en una fracción clasificada.

Por tanto, el problema de la invención consiste en proponer un dispositivo y un procedimiento que logren con un coste constructivo realista una separación lo mejor posible de partículas ferromagnéticas en base a su conductividad eléctrica.

25 Este problema se resuelve con la invención en un dispositivo de la clase genérica expuesta por el hecho de que el eje de rotación del sistema magnético adopta un ángulo de más de 40° y menos de 50° con relación a la dirección de transporte del equipo de transporte, y la dirección de rotación del sistema magnético alrededor de su eje de rotación está orientada de modo que las partículas del producto clasificable captadas y afectadas por el campo magnético sean solicitadas con un impulso de movimiento en sentido contrario a la dirección de transporte del equipo de transporte.

30 En un procedimiento de la clase genérica expuesta se resuelve el problema según la invención por el hecho de que el eje de rotación del sistema magnético adopta un ángulo de más de 40° y menos de 50° con relación a la dirección de transporte del producto clasificable y la dirección de rotación del sistema magnético alrededor de su eje de rotación está orientada de modo que las partículas del producto clasificable captadas y afectadas por el campo magnético sean solicitadas con un impulso de movimiento en sentido contrario a la dirección de transporte del equipo de transporte.

35 Preferiblemente, en el procedimiento según la invención, al igual que en el dispositivo según la invención, el ángulo del eje de rotación del sistema magnético y la dirección de transporte del equipo de transporte es de 45°.

40 Por tanto, el dispositivo y el procedimiento trabajan con sistemas magnéticos rotativos cuyos ejes de rotación no son perpendiculares a la dirección de transporte como ocurre casi siempre en el estado de la técnica, de modo que las partículas a clasificar pueden realizar una parábola de lanzamiento más o menos grande en la zona del sistema magnético y pueden ser así clasificadas, o bien posiblemente mediante equipos de transporte de buena aptitud funcional dichas partículas pueden correr parcialmente en una cinta de transporte en una dirección y pueden abandonar la cinta de transporte y ser capturadas en el caso de una conductividad eléctrica diferente.

45 Por el contrario, el ángulo es oblicuo a la dirección de transporte y está comprendido entre 40° y 50°, siendo de manera especialmente preferida de 45°.

Además, a diferencia de lo que ocurre en todos los separadores por corrientes parásitas conocidos, el sistema magnético se ajusta de modo que las partículas a clasificar del producto clasificable que llegan al campo magnético y son afectadas también por este campo magnético debido a sus propiedades físicas sean solicitadas por dicho sistema magnético en sentido contrario a la dirección de transporte.

50 Por tanto, dado que el sistema magnético gira alrededor de un eje oblicuo con respecto a la dirección de transporte, las partículas afectadas por el campo magnético no son transportadas de la manera convencional hacia delante en forma de una parábola de lanzamiento o bien no son transportadas hacia un lado, hacia fuera de la corriente másica y hacia dentro del recipiente colector, tal como se propone en el documento DE 43 17 640 A1, sino que, muy al contrario, son repelidas en posición ligeramente oblicua en una "dirección hacia atrás" con relación a la corriente

entrante de otras partículas del producto clasificable. Por tanto, las partículas no abandonan la cinta de transporte, sino que se mueven sobre ésta con una componente lateral.

Por el contrario, las partículas no afectadas por el campo magnético, por ejemplo trocitos de plástico, siguen avanzando en línea recta sin ser influenciadas por el campo magnético juntamente con la cinta de transporte.

- 5 Por tanto, cada partícula del producto clasificable, que es afectada más o menos por el campo magnético, es solicitada por dos fuerzas precisamente en la zona de interés alrededor del sistema magnético. Por un lado, la cinta de transporte trataría de transportarla hacia delante en la dirección de transporte y, por otro lado, dicha partícula es solicitada oblicuamente hacia atrás por el campo magnético.

- 10 Después del corto trayecto de movimiento hacia atrás remite, naturalmente, la acción del campo magnético, ya que éste disminuye con la distancia al sistema magnético. La fuerza ejercida por el lado de la cinta de transporte adquiere entonces nuevamente la supremacía en la dirección del movimiento de la cinta de transporte y transporta nuevamente la misma partícula en dirección al campo magnético. Comienza allí el mismo efecto desde delante.

Por tanto, la partícula se mueve una y otra vez en una línea en zigzag en la dirección de transporte hacia el sistema magnético y luego se mueve oblicuamente hacia atrás alejándose de éste.

- 15 Esto conduce a que las partículas correlacionadas una con otra o las que se ocultan mutuamente o están enganchadas una dentro de otra se muevan una y otra vez en constelaciones nuevas hacia el sistema magnético y posean de esta manera varias "oportunidades" de alcanzar el campo magnético con disposiciones diferentes. Las fuerzas diferentes conducen entonces a que una partícula de plástico enganchada con una partícula de aluminio se desprenda finalmente de ésta y en algún momento corra en línea recta con la cinta de transporte sin ser influenciada por el campo magnético, mientras que la partícula de aluminio es transportada de nuevo oblicuamente hacia atrás.

- 20 Esto tiene el efecto de que cada partícula que entra en consideración es "comprobada" varias veces por el campo magnético antes de que se efectúe después una descarga conjunta de todas estas partículas que han superado satisfactoriamente todas ellas esta "comprobación" múltiple y, por tanto, pueden garantizar una pureza muy alta y muy definida de este tipo de partícula especial.

- 25 En cada una de estas comprobaciones se descargan las respectivas partículas que no han sido afectadas entonces por el campo magnético y que circulan en línea recta sobre la cinta de transporte.

- 30 Con esta concepción se obtiene un dispositivo que está en condiciones de establecer la separación de partículas de un producto clasificable en base a su conductividad eléctrica diferente no por medio de movimientos de lanzamiento de diferente alcance, sino debido a que las partículas de metal no férreo de conductividad diferente son retenidas, desviadas o bien descargadas sin impedimentos en función de su conductividad.

- 35 A este fin, el sistema magnético se coloca en un ángulo oblicuo con relación a la dirección de transporte. Mientras que al hacer uso de ruedas polares en sistemas magnéticos se ha intentado siempre hasta ahora conducir un movimiento lo más efectivo posible de las partículas en la dirección de transporte o eventualmente también en sentido contrario a la dirección de transporte y realizar entonces una separación por medio de parábolas de lanzamiento diferentes, se efectúa ahora una disociación oblicuamente a la dirección de transporte por medio de una separación con comprobación múltiple.

Preferiblemente, se realiza en este caso una disposición de modo que el eje longitudinal del sistema magnético se disponga debajo del equipo de transporte formando un ángulo de 45°.

- 40 Las partículas del producto clasificable cargado situadas sobre el equipo de transporte, preferiblemente una cinta de transporte, alcanzan en este caso el campo magnético del sistema magnético rotativo. Este campo magnético atraviesa con sus líneas magnéticas el equipo de transporte y forma una especie de barrera ficticia de corrientes parásitas. Esta barrera no actúa sobre material no conductor, el cual, en consecuencia, sigue corriendo en la dirección de transporte con el equipo de transporte sin ser influenciado.

- 45 Sin embargo, el material conductor es desviado. El sistema magnético rotativo ejerce una fuerza que actúa en dirección aproximadamente perpendicular al eje del sistema magnético rotativo y que, por tanto, debido a la posición oblicua del eje de rotación, forma un ángulo de preferiblemente 45° con la dirección de transporte.

- 50 Las distintas partículas experimentan así un movimiento de lanzamiento hacia atrás ampliamente reprimido. El movimiento se efectúa solamente a lo largo de un corto trayecto hasta que las partículas se hayan alejado lo suficiente del centro del sistema magnético. Las partículas corren entonces de nuevo en la dirección de transporte hacia el sistema magnético. El proceso se repite después varias veces, ya que las partículas se mueven cada una de ellas un corto trecho oblicuamente hacia atrás en una dirección de 45° y en sentido contrario a la dirección de transporte del equipo de transporte antes de que dichas partículas retornen de nuevo y corran entonces directamente otra vez en la dirección de transporte hacia el sistema magnético.

Esto sería en ausencia de estorbos un movimiento en forma de dientes que posee en su suma una componente hacia delante y una componente transversal a la dirección de transporte.

5 Se efectúan así una desagregación constante y un movimiento relativo constante de las partículas a clasificar unas con relación a otras. Éstas se separan una de otra y también de partículas conductivas o no conductivas adheridas a ellas, ya que, como se ha explicado, sobre éstas actúan otras fuerzas.

10 Considerado en su conjunto, el movimiento de las partículas conductivas se efectúa paralelamente a la barrera ficticia y al eje longitudinal del sistema magnético rotativo. En el extremo del eje longitudinal del sistema magnético rotativo en el que ya no actúa una repulsión magnética, o bien la repulsión magnética disminuye rápidamente en su acción, las partículas conductivas son arrastradas entonces también por la cinta transportadora en la dirección de transporte y son descargadas al final de ésta.

Debido a la desagregación permanente se retira material no conductivo a lo largo de la extensión de toda la barrera. La ventaja especial es que no se entorpecen las corrientes másicas que se deben separar. La reducción del movimiento de lanzamiento conduce también a que la rueda polar pueda trabajar con números de revoluciones netamente más pequeños incluso en el caso de partículas grandes.

15 Por otro lado, con un aumento del número de revoluciones de la rueda polar se pueden captar también partículas muy pequeñas durante la clasificación.

20 Este esfuerzo de duración relativamente larga por efecto de la desagregación y circulación de las partículas del producto clasificable en la zona de barrera sobre la rueda polar del sistema magnético conduce a una limpieza adicional continua de la corriente de material conductivo. El extremo de la barrera viene determinado por la longitud del eje longitudinal de la rueda polar. Por tanto, la rueda polar deberá disponerse de modo que la barrera pueda ser superada también en su extremo por las partículas conductivas y el material conductivo sea descargado con la dirección de la cinta (en el caso de que se utilice una cinta de transporte como equipo de transporte).

25 En una forma de realización preferida se consigue un funcionamiento óptimo en dos etapas. A este fin, se dispone una segunda rueda polar en un segundo sistema magnético con un eje longitudinal paralelo de modo que la corriente másica del material no conductor sea sometida a una nueva limpieza. La corriente de concentrado entonces obtenida, constituida por material conductivo, es reunida y descargada con la corriente másica de material conductivo de la primera etapa de barrera.

30 Si se acorta el eje longitudinal de la segunda rueda polar, existe, además, la posibilidad de generar un producto intermedio en una tercera corriente másica. Esta tercera corriente másica se mueve entre las corrientes másicas del material no conductor y del material conductivo de la primera etapa. Este producto intermedio puede extraerse después por separado en la zona central de la cinta de transporte.

Este producto intermedio puede ser un material diferente con un producto situado entre las conductividades de las dos primeras clases de material, pero puede tratarse también de una separación mecánica de materiales de un producto clasificable no completamente puro antes en sus materiales.

35 En otras formas de realización se pueden montar detrás también otros sistemas magnéticos adicionales con ruedas polares de ejes longitudinales paralelos para conseguir un proceso de limpieza en múltiples etapas.

40 En otra forma de realización se utilizan dos sistemas magnéticos con ruedas polares cuyos ejes longitudinales están dispuestos en ángulo agudo entre ellos y forman así una disposición especular de dos ruedas polares. Entre las dos ruedas polares se prevé en el vértice una abertura para la descarga de las corrientes reunidas de concentrado de metal. La carga del material se efectuará en este caso convenientemente en el lado izquierdo y en el lado derecho de la cinta de transporte. Por consiguiente, se descargan en ambos lados de la cinta de transporte las corrientes del material no conductor. Una premisa adicional es un agrandamiento de la anchura de la cinta, eventualmente una duplicación del mismo.

45 Gracias a la acción de barrera según la invención se obtiene inesperadamente una fuerte aminoración de la influencia del tamaño de grano sobre la calidad de la separación. Se ha visto en ensayos que se puede trabajar con distribuciones de tamaños de grano netamente más amplias. Se puede rebajar netamente el límite de grano fino actual que rige en separadores por corrientes parásita y que esta en 1 mm de tamaño de grano. Se podrá conseguir así una técnica de clasificación de grano fino completamente nueva por separación mediante corrientes parásitas.

50 Por otro lado, se pueden clasificar también tamaños de partícula de hasta 500 mm. En un material muy grueso se puede acortar la acción de barrera desplazando la canaleta de carga hacia el centro de la cinta de transporte. Se acorta así el proceso de descarga para el material a clasificar y se aumenta el rendimiento.

En la práctica, ha dado buenos resultados que, cuando se emplee una cinta de transporte con un ramal superior y un ramal inferior como equipo de transporte, se dispongan los sistemas magnéticos con las ruedas polares rotativas entre el ramal superior y el ramal inferior. De este modo, los sistemas magnéticos con su acción de barrera paralela

al eje de rotación llegan a colocarse especialmente muy poco por debajo del producto clasificable que debe clasificarse y que corre sobre el ramal superior.

5 La práctica ha confirmado que las fuerzas producidas pueden dosificarse de manera muy fina. Es ventajoso a este respecto que el material a clasificar usualmente esté ya preclasificado de modo que usualmente todas las partículas sean semejantes a bolas o cilindros, si bien con dientes y aristas. En efecto, el campo magnético solicita físicamente a la zona inferior de una partícula contigua a la cinta de transporte con más fuerza que a la zona superior de una partícula más alejada de la cinta de transporte, aun cuando esta partícula sea muy pequeña. Esto conduce a que se proporcione a la partícula un impulso de giro que hace que ruede la partícula sobre la cinta de transporte en una dirección que corresponde a este impulso de giro proporcionado, en cualquier caso a intensidades del campo magnético que no sean tan grande que se acelere la partícula completa a través del campo magnético.

10 Este efecto puede confirmarse cuando se intenta clasificar con un separador por corrientes parásitas de esta clase unas partículas conformadas de manera diferente, por ejemplo realizadas en forma de plaquitas. Dado que no se puede impartir un impulso de giro correspondiente a partículas de forma de plaquitas en los campos magnéticos correspondientes debido a la forma de las mismas, estas partículas son solicitadas exactamente en la dirección contraria a la de las partículas de forma esférica o cilíndrica; por tanto, no ruedan en sentido contrario a la dirección de transporte de la cinta de transporte, sino que, manteniendo la misma dirección de rotación del sistema magnético, incluso serían solicitadas con fuerzas en la dirección de transporte.

15 Sin embargo, se puede tener en cuenta este efecto haciendo que en un proceso de clasificación para partículas exclusivamente en forma de plaquitas se gire el sistema magnético exactamente en dirección de rotación contraria para establecer exactamente también el proceso según la invención para estas partículas.

En las reivindicaciones subordinadas se indican otras características preferidas de la invención.

En lo que sigue se explican con más detalles tres ejemplos de la invención ayudándose del dibujo. Muestran:

La figura 1, una representación en perspectiva de una primera forma de realización de la invención;

La figura 2, una representación en perspectiva de una segunda forma de realización de la invención; y

25 La figura 3, una representación en perspectiva de una tercera forma de realización de la invención.

En la figura 1 se alimenta a la izquierda arriba un producto clasificable 10 por medio de un equipo de carga 20. El equipo de carga 20 es un canaleta vibratoria en el ejemplo representado. El producto clasificable 10 consiste en una mezcla de partículas más o menos buenas conductoras eléctricas. Con la forma de realización representada se deberán separar estas partículas una de otra en una primera fracción de material a base de partículas 11 no conductoras o malas conductoras y una segunda fracción de material a base de partículas 12 buenas conductoras o en cualquier caso mejor conductoras.

En el equipo de carga 20 el producto clasificable 10 está aún mezclado y sin clasificar.

Desde el equipo de carga 20 se efectúa en la zona 21 la entrega de las partículas del producto clasificable 10, es decir, del material, a un equipo de transporte 30.

35 Este equipo de transporte 30 es en el ejemplo representado una cinta de transporte con un ramal superior 31 y un ramal inferior 32. La cinta de transporte se tensa por medio de dos rodillos 33 y 34. Uno de los dos rodillos 33, 34 sirve aquí como accionamiento. El ramal superior 31 corre en la figura 1 desde la izquierda arriba hacia la derecha abajo, es decir, hacia el observador y alejándose de la zona 21 de entrega del producto clasificable 10.

40 En principio, sería posible también que, en lugar de una cinta de transporte con un ramal superior 31 y un ramal inferior 32, se eligiera otra forma de un equipo de transporte 30, por ejemplo una canaleta transportadora (no representada).

Las partículas del producto clasificable 10 que se deben clasificar son entregadas al ramal superior 31, concretamente, como puede apreciarse en la figura 1, cerca de una primera zona de borde 35 de la cinta de transporte.

45 Por debajo del ramal superior 31 y en el ejemplo representado entre el ramal superior 31 y el ramal inferior 32 se encuentra un sistema magnético rotativo 40.

El sistema magnético 40 presenta en la forma de realización representada una rueda polar que gira alrededor de un eje 41. Según la forma de realización, la rueda polar puede ser de construcción muy diferente y poseer un sistema simétrico o bien un sistema excéntrico de imanes montados sobre su perímetro.

50 La disposición del sistema magnético se ha elegido en la forma de realización representada de modo que el eje 41

se encuentre formando un ángulo de 45° con la dirección de transporte de la cinta de transporte 30.

La longitud de la rueda polar o del sistema magnético 40 en la dirección del eje 41 se ha elegido de modo que dicha longitud en al menos una de las dos direcciones no se extienda hasta la segunda zona de borde 37 del ramal superior 31.

- 5 El producto clasificable 10 a base de partículas no conductoras 11 y partículas conductoras 12, entregado en la zona 21 a la cinta de transporte o al equipo de transporte 30, es transportado ahora sobre el ramal superior 31 desde la zona 21 en dirección al sistema magnético 40. Este sistema magnético 40 gira alrededor del eje 41.

10 Esto conduce ahora a que las partículas 11 no conductoras sean transportadas adicionalmente en línea recta, sin menoscabo alguno, sobre el ramal superior 31 del equipo de transporte 30. Por tanto, se mantienen situadas en la zona de borde 35.

Por el contrario, las partículas conductoras 12 son detenidas por el sistema magnético 40 y se ven impedidas de pasar más allá de éste. Por tanto, el sistema magnético 40 constituye una especie de barrera selectiva sobre el equipo de transporte 30. Esta barrera discurre paralelamente al eje 41 del sistema magnético 40.

15 Sin embargo, las partículas conductoras 12 no "sólo" se detienen en esta barrera, sino que se ejerce sobre ellas una fuerza en sentido contrario a la dirección de transporte del ramal superior 31. Se mueven así de manera correspondiente a lo largo de un pequeño trecho sobre el ramal superior 31 en sentido contrario a su dirección de transporte.

20 Este movimiento se efectúa solamente sobre un corto trayecto, dado que después remite ya nuevamente la influencia del sistema magnético 40 sobre las partículas 12. Este movimiento contiene también una componente perpendicular a la dirección de transporte del ramal superior 31, ya que, como se ha mencionado, la rueda polar forma un ángulo de 45° con la dirección de transporte.

Esto conduce a que las partículas 12, que forman ahora una constelación diferente unas con relación a otras, choquen de nuevo con el sistema magnético 40 en un sitio algo más lejos de la corriente y más lejos de la primera zona de borde 35 y vayan hacia la zona central 36 del lado superior del ramal 31. Se repite el proceso en este sitio.

25 Esto conduce a que las partículas 11, 12 del material que se encuentren una sobre otra o que se hayan también enganchado un poco una dentro de otra o, por diferentes motivos, se peguen una a otra, por ejemplo por la humedad o factores similares, sufran múltiples veces esta repulsión y movimiento relativo con respecto al ramal superior 31 del equipo de transporte 30, con lo que las partículas enganchadas o pegadas se sueltan una de otra. Tan pronto como una partícula no conductora choca de forma autónoma con la selectiva barrera del ramal superior 30
31 constituida por el sistema magnético 40, dicha partícula atraviesa esta barrera sin impedimentos, ya que no es influenciada por el sistema magnético 40.

35 Por el contrario, las partículas conductoras 12 fracasan una y otra vez en el intento de superar la barrera selectiva y se mueven así trecho a trecho a lo largo de la barrera formada por el eje 41 del sistema magnético 40, desplazándose transversalmente sobre la superficie del ramal superior 31 en dirección a la otra zona de borde 37 del equipo de transporte 30.

Cuando estas partículas alcanzan este otro lado, llegan entonces a la zona en la que termina el sistema magnético 40 y disminuye su influencia. Las partículas conductoras 12 del producto clasificable 10 pueden pasar ahora también por aquí y continúan corriendo sobre el ramal superior 31 del equipo de transporte 30.

40 Se ve en el extremo alejado de la corriente del ramal superior 31 del equipo de transporte 30, en la zona del segundo rodillo 34, que en la zona 35 del ramal superior se encuentran sustancialmente partículas de la clase no conductora 11 del producto clasificable y en la zona de borde 37 del ramal superior se encuentran partículas de la clase conductora 12 de dicho producto y que todas las partículas alcanzan el final del equipo de transporte 30.

45 Por tanto, el producto clasificable se separa en dos fracciones y puede ser recogido de manera correspondiente por medio de dos dispositivos de retirada adecuadamente instalados, el 51 para las partículas no conductoras 11 y el 52 para las partículas conductoras 12, y este producto puede ser utilizado para un procesamiento adicional.

Por tanto, la longitud de las ruedas polares del sistema magnético 40 en la dirección axial del eje longitudinal 41 se ha elegido de modo que el material desagregado y en cierto modo clasificado en la barrera selectiva abandone la barrera sin impedimentos en la zona de borde 37 y pueda ser transportado por la cinta de transporte 30 en la respectiva zona de borde opuesta 37 para su descarga en el dispositivo de retirada 52.

50 El eje 41 del sistema magnético 40 puede ser inclinado también con respecto a la horizontal, y lo mismo ocurre igualmente con la unidad completa integrada por el sistema magnético 40 y el equipo de transporte 30, para poder aprovechar adicionalmente la fuerza de la gravedad en el proceso de clasificación como fuerza actuante adicional. Esto puede efectuarse tanto a lo largo de la dirección de transporte del equipo de transporte 30 como

transversalmente a la misma. Naturalmente, no se deberán sobrepasar en este caso ángulos de $\pm 15^\circ$ convenientes para la clasificación.

5 Como se ha puesto de manifiesto en ensayos, la clasificación de las dos clases 11, 12 del producto clasificable funciona tan bien que las fracciones correspondientes se mueven paralelamente sobre el ramal superior 32 a una distancia unívocamente reconocible de una a otra. Se excluye prácticamente un entorpecimiento mutuo y queda garantizada una selectividad conseguida después de la desagregación en la barrera.

10 En la figura 2 se representa una modificación de la forma de realización de la figura 1. Un producto clasificable 10 no clasificado y mezclado, situado arriba en un equipo de carga 20, es cargado aquí también en una zona 21 sobre un equipo de transporte 30. El equipo de transporte 30 es aquí también nuevamente una cinta de transporte con un ramal superior 31 y un ramal inferior 32 que se tensa por medio de dos rodillos 33 y 34 y se mueve desde la zona de carga 21 en dirección a dos dispositivos de retirada 51, 52.

A diferencia de la forma de realización de la figura 1, se han previsto aquí dos sistemas magnéticos paralelos 40 y 42 que poseen unos respectivos ejes 41 y 43 paralelos uno a otro.

15 Por tanto, detrás del primer sistema magnético 40, que se mantienen inalterado, está montado un sistema magnético adicional 42 dispuesto en paralelo. Este segundo sistema magnético 42 posee una rueda polar más corta en la dirección longitudinal de su eje 43. Esta rueda polar puede ser aprovechada para la clasificación adicional del caudal másico de la corriente de material no conductor, es decir, la corriente de partículas no conductoras 11 situadas en la zona de borde 35 del ramal superior 30.

20 Por tanto, se trata de partículas que han superado la primera barrera. La razón de ello puede consistir en que se trata de partículas que presentan tan sólo una pequeña conductividad o bien que estas partículas estaban enganchadas o unidas tan firmemente con partículas no conductoras que se pudo superar la barrera selectiva formada por el primer sistema magnético 40 a pesar de una conductividad en sí existente.

25 Sin embargo, dado que esta corriente de material, debido a la segregación de las partículas 12 reconocidas unívocamente como conductoras, tiene una composición diferente, es decir, todavía antes de alcanzar el primer sistema magnético 40, el segundo sistema magnético 42 está ahora en condiciones de reconocer ciertamente como conductoras algunas de estas partículas a clasificar nuevamente estructuradas y, de forma semejante al primer sistema magnético 40, conducir las al otro lado del ramal superior 31, es decir, hasta la zona de borde 37, ejerciendo fuerzas, en múltiples ocasiones, con relación a la dirección de transporte del equipo de transporte 30.

30 En caso de una anchura suficiente del equipo de transporte 30, es posible también realizar aquí una subdivisión cuantitativa en diferentes corrientes de material, es decir, cuando deban formarse, por ejemplo, tres fracciones. Sin embargo, se ha vuelto a representar tan solo nuevamente una división en dos fracciones.

35 Naturalmente, es posible también (no representado) hacer que varias de las instalaciones representadas de separación magnética funcionen una tras otra para separar una de otra fracciones de diferente conductividad, es decir, material que esté compuesto de diferentes metales (más de dos). La elección de los sistemas magnéticos correspondientes, su velocidad de rotación y la velocidad relativa de los equipos de transporte 30, así como también la elección del ángulo de los ejes 41 y 43 con relación al equipo de transporte, pueden utilizarse para aprovechar en cada caso conductividades diferentes como criterios para una separación.

En la figura 3 se ha elegido una tercera forma de realización que proporciona un ejemplo adicional acerca de cómo puede utilizarse el concepto según la invención.

40 Se ha elegido aquí como equipo de transporte 30 una cinta de transporte muy ancha. En el ejemplo representado están previstos dos equipos de carga 20 para material 10, los cuales cargan el material sobre el ramal superior 31 en las respectivas zonas de borde 35 y 37 de la cinta de transporte.

45 Se han previsto aquí dos sistemas magnéticos 40 y 42 que, a diferencia de lo que ocurre en la figura 2, no poseen ejes paralelos, sino que tienen dos ejes 41 y 43 que se cortan uno a otro y que forman entre ellos un triángulo. El triángulo es un triángulo isósceles en la forma de realización representada, siendo la bisectriz del triángulo isósceles al mismo tiempo la dirección de transporte del equipo de transporte 30.

50 En la forma de realización representada esto actúa ahora de modo que las partículas no conductoras 11 permanecen y siguen corriendo en las zonas de borde 35 y 37 del ramal superior 31 del equipo de transporte, mientras que las partículas conductoras 11 de las dos corrientes de producto clasificable cargadas son conducidas a una especie de compuerta ficticia que se produce en la zona de intersección de los ejes longitudinales 41 y 43 de los dos sistemas magnéticos 40 y 42. Por tanto, en esta zona central 36 de la cinta de transporte del equipo de transporte 30 se reúnen las corrientes de concentrado de las dos cantidades de partículas conductoras 11 y éstas se llevan más allá sobre la cinta de transporte.

Se han previsto aquí tres dispositivos de retirada 51, 52, 53 que evacuan las tres fracciones de partículas. En este

caso, según la descripción que se ha ofrecido ahora, se pueden capturar en cada uno de los dispositivos de retirada 52 y 53 una fracción de partículas no conductoras 11.

5 Naturalmente, sería imaginable también alimentar dos clases diferentes de producto clasificable 10 a los equipos de carga 20 y dejar que éstas sean eventualmente tratadas también de manera correspondiente por sistemas magnéticos 40 y 42 diferentes o dispuestos de manera diferente.

En lo que sigue se ofrece con ayuda de seis ejemplos 1 a 6 una demostración de lo bueno que es el rendimiento de los conceptos de la invención. Se trata siempre de ensayos realizados.

Ejemplo 1:

10 Una mezcla sintética de aluminio-plástico en la proporción de 1:4 con una granulometría de carga comprendida entre 5 y 20 mm y un caudal de 100 kg/h conduce, en una sola pasada, a un concentrado de metal de 99,8% de aluminio con una extracción de aluminio casi completa.

Los parámetros de funcionamiento fueron:

15 Velocidad de la cinta: 0,5 m/s
 Número de revoluciones de la rueda polar: 1000 min⁻¹
 Ángulo de la rueda polar: 45°
 Longitud de la cinta: 2 m
 Anchura de la cinta: 1 m
 Posición de la rueda polar: Primer tercio de la cinta de transporte después de la carga

Ejemplo 2:

20 La misma mezcla que en ejemplo 1, pero con una granulometría comprendida entre 0,5 y 1 mm a un caudal de 50 kg/h, alcanza también, en una sola pasada, una concentración de metal de 99,2% de aluminio con una extracción de aluminio también casi completa.

Los parámetros de funcionamiento fueron:

25 Velocidad de la cinta: 0,5 m/s
 Número de revoluciones de la rueda polar: 2500 min⁻¹
 Ángulo de la rueda polar: 45°
 Longitud de la cinta: 2 m
 Anchura de la cinta: 1 m
 Posición de la rueda polar: Primer tercio de la cinta de transporte después de la carga

30 **Ejemplo 3:**

Se toma como base una mezcla real de aluminio-plástico de la colección DSD que se cargó varias veces en un molino de martillos. Como intervalo de tamaño de grano se aprovechó el de 0,5 a 1 mm para la clasificación. El contenido de aluminio de la carga fue de 30%. Después de una sola pasada con un caudal de 50 kg/h se obtuvo un concentrado de aluminio de alta pureza con 98,9% de aluminio. Mediante una clasificación adicional sobre una rueda polar pospuesta (figura 2) se obtuvo del caudal másico no conductor un producto medio con 75% de aluminio con una extracción en masa de 15%. La extracción total de material valioso está entonces en 65%.

Los parámetros de funcionamiento fueron:

40 Velocidad de la cinta: 0,5 m/s
 Número de revoluciones de la rueda polar: 2500 min⁻¹
 Ángulo de la rueda polar: 45°
 Longitud de la cinta: 2 m
 Anchura de la cinta: 1 m
 Posición de la rueda polar: Primer tercio de la cinta de transporte después de la carga

Ejemplo 4:

45 Se empleó de manera correspondiente al ejemplo 3 una mezcla gruesa de aluminio-plástico de la colección DSD con una amplia distribución de grano comprendida entre 4 y 20 mm. El caudal fue en este caso de 120 kg/h. Después de una pasada se obtuvo un concentrado de aluminio con 98,1% de aluminio. La extracción de material valioso está en 74% como consecuencia de fusionamientos y oclusiones con plástico.

Los parámetros de funcionamiento fueron:

50 Velocidad de la cinta: 0,5 m/s
 Número de revoluciones de la rueda polar: 1000 min⁻¹
 Ángulo de la rueda polar: 45°
 Longitud de la cinta: 2 m

Anchura de la cinta: 1 m
 Posición de la rueda polar: Primer tercio de la cinta de transporte después de la carga

Ejemplo 5:

5 Para comprobar el límite de grano inferior se utilizaron mezclas sintéticas de los metales no férricos o sus aleaciones, cobre, zinc, plomo, latón, estaño y otros y plásticos en la proporción de 1:1. El intervalo de grano fue de 0-125 μm . A un caudal de 35 kg/h se logró separar los metales pesados hasta una granulometría de 20 μm . El contenido de metal pesado del concentrado colectivo generado ascendió a 99,5%.

Los parámetros de funcionamiento fueron:

10 Velocidad de la cinta: 0,5 m/s
 Número de revoluciones de la rueda polar: 1000 min^{-1}
 Ángulo de la rueda polar: 45°
 Longitud de la cinta: 2 m
 Anchura de la cinta: 1 m
 Posición de la rueda polar: Primer tercio de la cinta de transporte después de la carga

15 **Ejemplo 6:**

Para comprobar el límite de grano inferior se utilizaron mezclas sintéticas de los metales no férricos o sus aleaciones, cobre, zinc, plomo, latón, estaño y otros y plásticos en la proporción de 1:1. El intervalo de grano fue de 0-125 μm . A un caudal de 35 kg/h se logró separar los metales pesados hasta una granulometría de 20 μm . El contenido de metal pesado del concentrado colectivo ascendió a 99,5%.

20 Los parámetros de funcionamiento fueron:

Velocidad de la cinta: 0,5 m/s
 Número de revoluciones de la rueda polar: 2800 min^{-1}
 Ángulo de la rueda polar: 45°
 Longitud de la cinta: 2 m
 25 Anchura de la cinta: 1 m
 Posición de la rueda polar: Primer tercio de la cinta de transporte después de la carga

Lista de símbolos de referencia

- 10 Producto clasificable
- 11 Partículas no conductivas o material no conductor
- 30 12 Partículas conductivas o material conductor
- 20 Equipo de carga, por ejemplo canaleta vibratoria
- 21 Posición de entrega del equipo de carga, zona de carga sobre el equipo de transporte
- 30 Equipo de transporte, especialmente cinta de transporte
- 31 Ramal superior de la cinta de transporte 30
- 35 32 Ramal inferior de la cinta de transporte 30
- 33 Primer rodillo para tensar la cinta de transporte 30
- 34 Segundo rodillo para tensar la cinta de transporte 30
- 35 Primera zona de borde del ramal superior 31
- 36 Zona central del ramal superior 31
- 40 37 Otra zona de borde del ramal superior 31
- 40 Sistema magnético rotativo
- 41 Eje de rotación del sistema magnético 40
- 42 Sistema magnético adicional
- 43 Eje de rotación del sistema magnético adicional 42
- 45 51 Primer dispositivo de retirada
- 52 Segundo dispositivo de retirada
- 53 Tercer dispositivo de retirada

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para separar partículas de diferente conductividad eléctrica de un producto clasificable (10), que comprende un separador por corrientes parásitas con un sistema magnético rotativo (40) dotado de un eje de rotación (41), y
- 5 un equipo de transporte (30) sobre el cual el producto clasificable (10) constituido por partículas (11, 12) de diferente conductividad circula en una dirección de transporte a través de un campo magnético establecido por el sistema magnético (40),
- caracterizado** por que
- 10 el eje de rotación (41) del sistema magnético (40) adopta un ángulo de más de 40° y menos de 50° con relación a la dirección de transporte del equipo de transporte (30) y
- la dirección de rotación del sistema magnético (40) alrededor de su eje de rotación (41) está orientada de modo que las partículas del producto clasificable (10) captadas y afectadas por el campo magnético sean solicitadas con un impulso de movimiento en sentido contrario a la dirección de transporte del equipo de transporte (30).
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el ángulo del eje de rotación (41) del sistema magnético (40) y de la dirección de transporte del equipo de transporte (30) es de 45°.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que el equipo de transporte (30) presenta una cinta de transporte con un ramal superior (31) y un ramal inferior (32), y por que el sistema magnético (40) está dispuesto entre el ramal superior (31) y el ramal inferior (32).
- 20 4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el sistema magnético (40) presenta una o varias ruedas polares y por que la rotación de las ruedas polares del sistema magnético (40) se efectúa especialmente de modo que el movimiento de la superficie de la rueda polar cerca del producto clasificable se efectúe en sentido contrario a la dirección de transporte del equipo de transporte (30).
- 25 5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que están previstos unos sistemas magnéticos adicionales (42) que están dispuestos por encima del mismo equipo de transporte (30), especialmente entre el ramal superior (31) y el ramal inferior (32) de la misma cinta de transporte.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** por que el o los sistemas magnéticos adicionales (42) poseen ejes de rotación (43) que están dispuestos en posición paralela al primer eje de rotación (41) del primer sistema magnético (40), y por que la extensión de los sistemas magnéticos adicionales (42) en dirección longitudinal es más corta y deja libre una zona del equipo de transporte.
- 30 7. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** por que dos sistemas magnéticos (40, 42) están dispuestos uno con relación a otro de modo que se corten sus ejes de rotación (41, 43), por que el punto de intersección de los dos ejes de rotación (41, 43) está situado debajo, en o sobre el equipo de transporte (30) y entre los dos cantos longitudinales del equipo de transporte (30), y por que está prevista una distancia entre los extremos de los ejes de rotación (41, 43) de modo que el punto de intersección sea virtual.
- 35 8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el equipo de transporte (30) y el o los sistemas magnéticos (40, 42) presentan una inclinación de hasta 15° con respecto a la horizontal en la dirección de transporte del equipo de transporte (30) o bien transversalmente a la dirección de transporte.
- 40 9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la zona de carga (21) del producto clasificable (10) sobre el equipo de transporte (30) se efectúa solamente en un lado (35) de dicho equipo de transporte.
10. Procedimiento para separar partículas de diferente conductividad eléctrica con un separador por corrientes parásitas que tiene un sistema magnético rotativo (40) dotado de un eje de rotación (41),
- en el que se conduce un producto clasificable (10) constituido por partículas (11, 12) de diferente conductividad a través del sistema magnético (40),
- 45 **caracterizado** por que el eje de rotación (41) del sistema magnético (40) adopta un ángulo de más de 40° y menos de 50° con relación a la dirección de transporte del producto clasificable (10), y
- la dirección de rotación del sistema magnético (40) alrededor de su eje de rotación (41) está orientada de modo que las partículas del producto clasificable (10) captadas y afectadas por el campo magnético sean solicitadas con un impulso de movimiento en sentido contrario a la dirección de transporte del equipo de transporte (30).
- 50 11. Procedimiento para separar partículas de diferente conductividad eléctrica según la reivindicación 10,

caracterizado por que el eje de rotación (41) del sistema magnético (40) adopta un ángulo de 45° con relación a la dirección de transporte del producto clasificable (10).

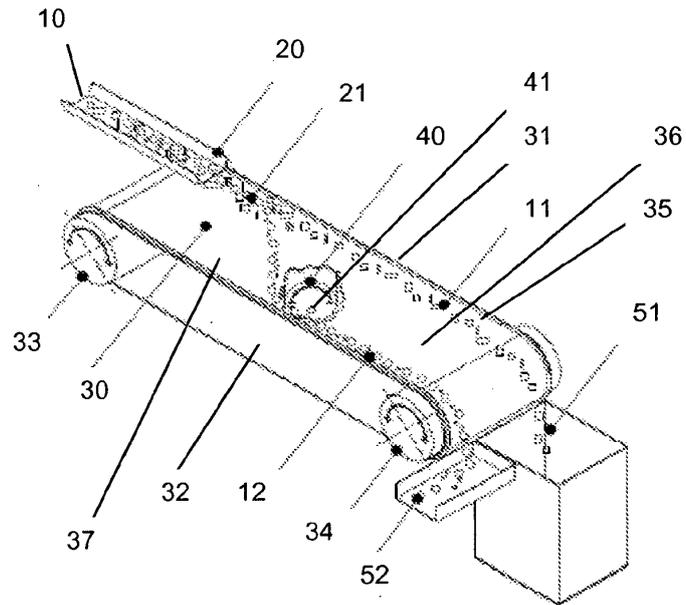


Fig. 1

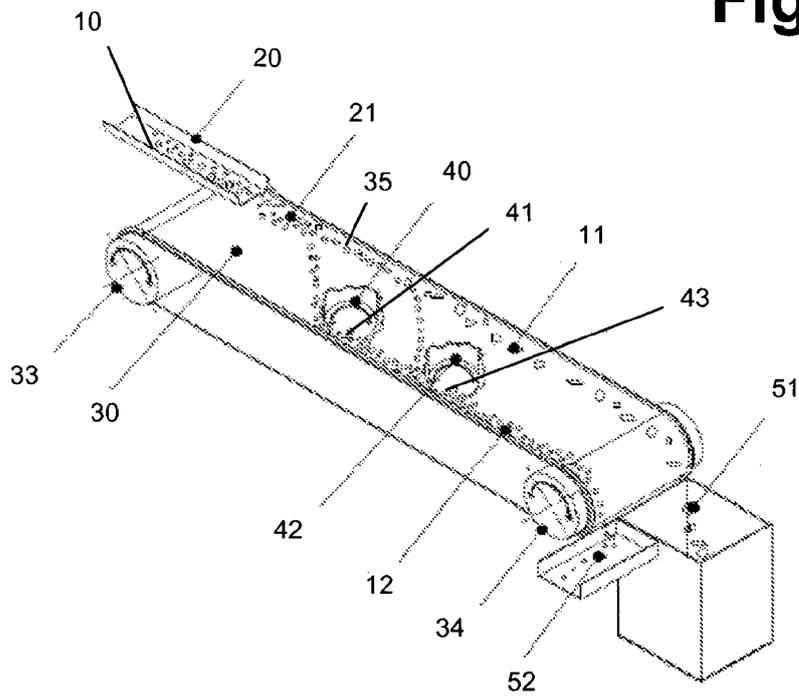


Fig. 2

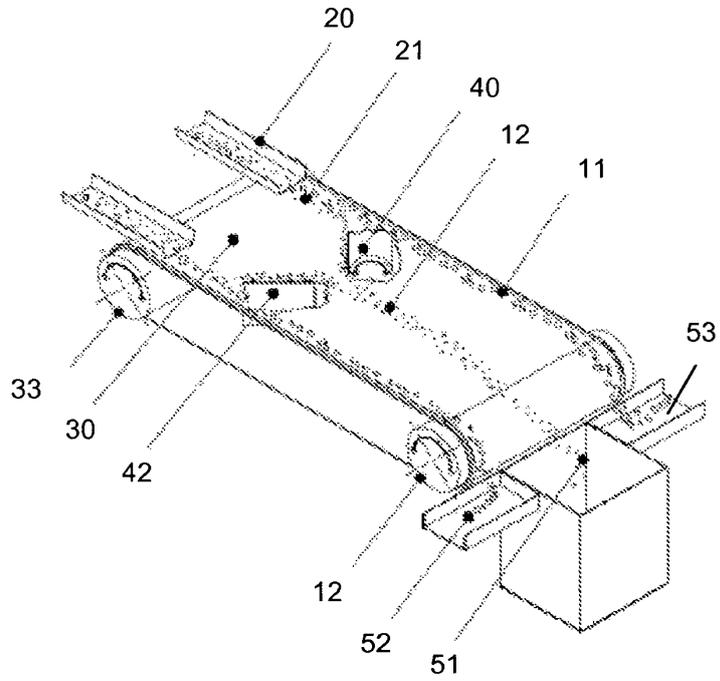


Fig. 3