



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 920**

51 Int. Cl.:

**C22B 7/00** (2006.01)

**C22B 7/04** (2006.01)

**B03B 9/04** (2006.01)

**B03B 9/06** (2006.01)

**B03C 1/24** (2006.01)

**B03C 1/247** (2006.01)

**B02C 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09161329 .9**

96 Fecha de presentación : **28.05.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2128279**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

54

Título: **Procedimiento para separar fracciones que contienen metales de escoria seca y utilización de dicho procedimiento para la escoria de incineración de residuos.**

30

Prioridad: **30.05.2008 NL 2001639**  
**08.12.2008 NL 2002300**

73

Titular/es: **RECCO B.V.**  
**Molenlei 7**  
**1921 CX Akersloot, NL**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.08.2011**

72

Inventor/es: **Groothoff, Jan Andreas**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.08.2011**

74

Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

ES 2 363 920 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

Procedimiento para separar fracciones que contienen metales de escoria seca y utilización de dicho procedimiento para la escoria de incineración de residuos

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para separar fracciones que contienen metales de escoria, que comprende las etapas sucesivas siguientes: suministro de la escoria; procesado de la escoria en fracciones y separación previa de dichas fracciones, en la que esencialmente todas las fracciones que contienen hierro se separan, utilizando, por ejemplo, neodimio o imanes de ferrita. Las fracciones que contienen hierro pueden constituir, por ejemplo, partículas de escoria con partículas ferrosas integradas. Dichas fracciones que contienen hierro son ligeramente magnéticas. Posteriormente, en la etapa siguiente del procedimiento las fracciones que contienen metales no ferrosos se separan mediante un separador de corriente de Foucault.

15 En la técnica anterior se conoce dicho tipo de procedimientos. Por ejemplo, el procedimiento se emplea al procesar escoria de incineración de residuos que se produce en un incinerador de residuos. La escoria de incineración de residuos que sale del incinerador se refrigera en primer lugar con agua. Dicha escoria húmeda de incineración de residuos, que esencialmente comprende trocitos cuyo tamaño varía entre 0 y 250 mm, a continuación se conduce a un dispositivo separador. La escoria se procesa a fin de producir fracciones durante una etapa inicial en el dispositivo separador. Ello se efectúa, por ejemplo, con un dispositivo triturador o un aparato de molienda. Frecuentemente, una parte de la escoria se clasifica manualmente, actuando paralelamente a la presente etapa. Los trozos grandes que contienen metales se pueden clasificar en una etapa temprana del proceso gracias a dicha clasificación manual, que mejora la eficacia del procedimiento. Una vez realizado el procesado para obtener fracciones, las fracciones que contienen hierro se separan. Dicha etapa del procedimiento se denomina separación previa. Una parte considerable de las fracciones suministradas ya se puede separar en la separación previa, empleando por ejemplo un imán potente. A continuación, las fracciones que contienen metales no ferrosos se separan con un separador de corriente de Foucault.

30 Un inconveniente importante de dicho procedimiento es que se puede separar únicamente una pequeña parte de los metales no ferrosos existentes en las fracciones. En la tecnología de separación para escoria de incineración de residuos y asimismo para la separación de otro tipo de escoria, el objetivo es separar de la escoria la máxima cantidad de metal posible, y obtener la máxima pureza de los metales.

35 El documento WO 02/066164 da a conocer un procedimiento para recuperar metales ferrosos y no ferrosos de la escoria de una planta de incineración de basuras. Se describe una etapa para la reducción de la escoria en fracciones menores de 5 mm. Dichas fracciones de escoria reducidas se separan en fracciones de metales ferrosos, metales no ferrosos y acero V2A. Se explica que un separador de corriente de Foucault es apto para separar los metales no ferrosos de la escoria. Sin embargo, no se proporciona ninguna descripción en relación con la disposición de un separador de corriente de Foucault a fin de separar las fracciones no ferrosas de las fracciones reducidas de escoria.

40 El documento WO 01/03844 se refiere a un procedimiento para la separación de una fracción que contiene metales no ferrosos de un procedimiento de preparación de residuos electrónicos. Se suministra chatarra electrónica en fracciones a una cubeta, de modo que una fracción de polvo con partículas de como máximo 4 mm se descarga en la mesa de separación. Las fracciones se clasifican en fracciones de forma redondeada y fracciones planas. Unas fracciones relativamente reducidas se descargan antes de que las fracciones se suministren a un separador no ferroso. Tal como se indica, las fracciones relativamente reducidas pueden obstaculizar el proceso de separación y no son separables completamente en el separador no ferroso.

50 Un primer problema es que el procedimiento descrito se dispone habitualmente para separar escoria que se origina a partir de los residuos electrónicos, que presenta una concentración relativamente elevada de fracciones que contienen metales. El procedimiento descrito no es apto para tratar y separar escoria de residuos que se origine en una planta de incineración, dado que la escoria de residuos presenta en comparación con la chatarra electrónica típicamente una concentración relativamente baja de fracciones que contienen metales.

55 Un problema adicional consiste en que las fracciones relativamente reducidas se tratan en una mesa vibradora, que se revela ineficaz y lenta.

60 El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento que por lo menos resuelva uno de los inconvenientes mencionados anteriormente, por lo menos en parte o en todo caso para proporcionar una alternativa útil. En particular, el objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento con un grado muy elevado de separación de metales de la escoria. Asimismo y en particular, el objetivo de la presente invención es obtener un material residual limpio que cumpla los requisitos para que se pueda utilizar como sustitución de materia prima o arena/granulados destinado a la fabricación de cemento, productos de hormigón o asfalto. Dicho objetivo se alcanza mediante un procedimiento como el definido en la reivindicación 1.

65

El procedimiento según la presente invención se caracteriza porque las fracciones presentan un tamaño de como máximo 5 mm y un contenido de humedad de como máximo el 5% si las fracciones que contienen metales no ferrosos se han separado. Sorprendentemente, se ha puesto de manifiesto que las partículas que contienen metales no ferrosos se pueden recuperar en un grado elevado limitando el tamaño de la fracción a 5 mm. Se ha puesto de manifiesto que muchas fracciones comprenden esencialmente metales puros. Para la separación mediante un separador de corriente de Foucault, es importante mantener las fracciones bien secas, de modo que se limite en la medida de lo posible la aglutinación de dichas fracciones. Empleando el procedimiento según la presente invención, el ahorro considerable de los costes en la descarga final en el vertedero se revela como una ventaja, dado que el material residual puede satisfacer los requisitos prefijados para determinar si el material residual posee un comportamiento inerte frente a la lixiviación. Se revela como una ventaja que dicho tipo de separación de alta calidad se pueda alcanzar, y que un material residual se pueda obtener cumpliendo los requisitos establecidos, pudiéndose emplear para sustituir materia prima a fin de fabricar cemento, productos de hormigón o como áridos en asfalto. Una ventaja adicional es que se puede comerciar con los metales extraídos. En una forma de realización especial del procedimiento según la presente invención, el procedimiento comprende una etapa en la que las fracciones se lavan. La escoria se puede lavar a fondo, tras lo cual se seca. Asimismo, es posible previamente refrigerar la escoria con agua. Las fracciones preferentemente se lavan antes de llevar a cabo la etapa de la separación de las fracciones que contienen metales no ferrosos. Mediante lavado, se pueden eliminar sales y/o una fracción de polvo fino con un tamaño de como máximo 1 mm. Tras la etapa de lavado, las fracciones se pueden secar para su procesado ulterior conforme al procedimiento según la presente invención. Esta forma de realización es, por ejemplo, especialmente apta para la eliminación de metales y fracciones magnéticas de la escoria de incineración de residuos.

Asimismo, se ha puesto de manifiesto que en una forma de realización ventajosa conforme al procedimiento según la presente invención, se puede trabajar con escoria seca durante todas las etapas del procedimiento a fin de que en último término se pueda separar un porcentaje más elevado de los metales existentes. El contenido de humedad de la escoria seca es de máximo un 5%. En la práctica, se hace referencia a escoria muy seca. Cuando el porcentaje de humedad de la escoria es demasiado elevado, los metales se esparcen por la escoria y, por este motivo, es muy difícil separar los metales posteriormente de modo mecánico. En esta forma de realización, ello implica en relación con la escoria de incineración de residuos que no es necesario que la escoria se someta a un proceso de refrigeración mediante agua u otro refrigerante. Asimismo, el lavado y secado, preferentemente, no se llevan a cabo. Ello podría ocasionar que el contenido en humedad de la escoria de incineración de residuos podría ser muy elevado. Al comprender las tareas que tienen lugar con un proceso de secado según la presente invención en lugar de un proceso húmedo, se pueden eliminar ventajosamente metales en la escoria con una eficacia más elevada. Debido al procedimiento según la presente invención, se puede separar tal porcentaje elevado de metales de la escoria que las fracciones de escoria limpias residuales se pueden considerar para su utilización en, por ejemplo, la industria de cemento como sustitución de materia prima. Ello no resulta ventajoso simplemente porque implica un ahorro de costes en relación con la materia prima, sino también porque con dicho procedimiento se puede ahorrar en relación con los costes de depósito. En cualquier caso, se puede obtener un ahorro considerable en los costes de depósito, dado que una cantidad considerablemente más reducida de metales permanece en las fracciones de escoria depositadas. Se puede obtener un cierto beneficio mediante la venta de los metales extraídos a negociantes en metales.

Según la presente invención, se ha puesto de manifiesto que ventajosamente se puede obtener un grado más elevado de separación de metales procesando en última instancia esencialmente toda la escoria dividiéndola en fracciones con una medida de como máximo 5 mm. Las fracciones de como máximo 5 mm posteriormente se transportan en un flujo para su procesado ulterior conforme al procedimiento según la presente invención. Una posible explicación de la mejora de la separación en relación con un flujo de fracciones con un tamaño máximo de 5 mm puede ser que con dicho tamaño se obtiene una estructura denominada monocélula de las fracciones. Por este motivo, las fracciones comprenden esencialmente un tipo de material, de modo que se puede obtener un grado más elevado de pureza del material cuando las fracciones se separan posteriormente. Los ensayos han revelado que se puede alcanzar un grado de separación de metales de la escoria de por lo menos un 95%. Asimismo, se ha puesto de manifiesto que dicha fracción presenta un contenido relevante más elevado de cobre y latón, así como de aluminio. En la práctica, con ello se asume que todos los metales observables físicamente se separan. Se ha puesto de manifiesto que se puede obtener un funcionamiento óptimo del separador de corriente de Foucault si el tamaño de la fracción es de máximo 5 mm. Dicho separador de corriente de Foucault presenta, concretamente, la tendencia a iniciar la pulverización con fracciones más grandes, de modo que la precisión de la separación queda reducida.

En una forma de realización especial del procedimiento según la presente invención, una parte de las fracciones se separa antes de que el flujo de fracciones de máximo 5 mm que contienen hierro quede despojado de fracciones livianas. Preferentemente, las fracciones de tamaño máximo 1 mm, las denominadas fracciones de polvo fino, se separan del flujo de fracciones con tamaño máximo de 5 mm. Ello se puede realizar, por ejemplo, eliminando por aspiración o empleando un tamiz vibrante. Preferentemente, sin embargo, se emplea una unidad de filtrado especial para separar la fracción de polvo fino, presentando dicha unidad de filtrado una cubierta con un dispositivo de limpieza. Dicha cubierta se puede mantener limpia automáticamente, por ejemplo empleando bolas de goma vibrantes que reboten contra la parte inferior. Tras la eliminación de la fracción de polvo fino, permanece un flujo de fracciones entre como mínimo 1 mm y como máximo 5 mm, para su procesado posterior. Como resultado de la

separación anterior de la fracción de polvo fino, el procedimiento de separación adicional se simplifica y es más eficiente.

5 En una forma de realización del procedimiento según la presente invención, se puede llevar a cabo una etapa en la que las fracciones que contienen hierro se separen para la etapa de separación de la fracción de polvo fino de 0-1 mm. Preferentemente, se emplea en este contexto un tambor magnético provisto de un imán de ferrita, cuya fuerza sea aproximadamente de 900-1000 Gauss. La ventaja de ello es que las partículas de hierro pequeñas que pueden obstruir el filtro de las fracciones de polvo fino de una tubería de alimentación pueden quedar atrapadas en esta etapa. Dichas partículas de hierro pequeñas son habitualmente fibras, virutas de hierro, etc.

10 En primer lugar, el flujo de fracciones de tamaño máximo 5 mm se somete a una etapa de separación previa según la presente invención, en la que se separan las fracciones que contienen hierro. Preferentemente, se utilizará un imán de neodimio con un rodillo para la separación previa en el dispositivo separador, puesto que generará un campo magnético potente. Se puede obtener en la superficie del rodillo un campo magnético de 9.000-9.500 Gauss si se emplea un imán de neodimio potente.

15 En una forma de realización particular, se emplea un rodillo magnético doble de neodimio para la separación previa, configurando en cascada los rodillos magnéticos. Asimismo, resulta ventajoso que las fracciones que contienen hierro se hayan separado previamente al inicio del procedimiento, de modo que las partículas que contienen hierro ya no representen un inconveniente cuando más tarde las fracciones que contienen metales no ferrosos se separen mediante un separador especial no ferroso. Las partículas que contienen hierro que puedan existir afectarán al funcionamiento de dicho separador no ferroso en relación con las corrientes de Foucault más débiles.

20 Tras la separación previa, otras fracciones que contienen metales no ferrosos se separan del flujo de fracciones según la presente invención. Se utiliza un separador de corriente de Foucault para la separación de fracciones no ferrosas. Dicho separador de corriente de Foucault constituye particularmente un separador con un tambor no metálico en el que exista un rotor magnético que gire a gran velocidad, a fin de generar variaciones de la intensidad en la superficie del tambor. Preferentemente, las fracciones no ferrosas se suministran al tambor del separador de corriente de Foucault a través de una cinta de alimentación. El tambor se dispone en el extremo de dicha cinta. En una forma de realización ventajosa, el rotor magnético gira a gran velocidad contra la dirección del transporte del flujo de fracciones. Se ha puesto de manifiesto que es más eficaz efectuar la separación de las fracciones que contienen metales no ferrosos en lo que concierne a un flujo de fracciones de tamaño máximo 5 mm, con un rotor magnético girando contra la dirección del transporte. Las fracciones que contienen metales no ferrosos se pueden separar ventajosamente con una pureza elevada de las fracciones que no contienen metales.

25 En una forma de realización preferida del procedimiento según la presente invención, se puede emplear un separador de corriente de Foucault más potente. Se puede lograr un separador de corriente de Foucault más potente o más efectivo tomando distintas medidas.

30 En un procedimiento ventajoso según la presente invención, se puede emplear un separador de corriente de Foucault con un mayor número de polos magnéticos en el rotor magnético. La frecuencia puede incrementarse debido al mayor número de polos con los que las corrientes de Foucault fluctúan en las fracciones. Procediendo de este modo, se puede obtener una descarga más precisa de metales no ferrosos, lo que posteriormente incrementa la eficacia del proceso de separación. Preferentemente, el rotor magnético utilizado en el separador de corriente de Foucault presenta por lo menos 40 polos magnéticos, aunque en una opción más preferida el rotor magnético presenta por lo menos 44 polos. En la práctica, se ha puesto de manifiesto que el aumento del número de polos en el rotor, hasta obtener 44, puede proporcionar un resultado especialmente favorable. Ello garantiza que el separador de corriente de Foucault es idóneo para su empleo en lo que concierne a las fracciones cuya medida sea como máximo de 5 mm.

35 En una forma de realización ventajosa, el rotor magnético del tambor del separador de corriente de Foucault se hace girar a una velocidad de por lo menos 4000 rpm. Se ha puesto de manifiesto que la separación puede ser más eficiente para dichas velocidades más elevadas. Preferentemente, la velocidad del rotor magnético es por lo menos de 4500 rpm, y más preferentemente por lo menos de 5000 rpm.

40 En una forma de realización preferida adicional del procedimiento según la presente invención, por lo menos se emplean dos separadores de corriente de Foucault configurados en una disposición en cascada. Preferentemente, se utilizan tres separadores de corriente de Foucault, uno detrás del otro, a fin de separar las fracciones que contienen metales del flujo de fracciones suministrado con un tamaño máximo de 5 mm. Las fracciones que contienen metales se separan ventajosamente con una pureza más elevada, por la configuración existente o por existir múltiples separadores de corriente de Foucault uno detrás de otro.

45 Las medidas mencionadas anteriormente tomadas para optimizar el separador de corriente de Foucault, por ejemplo el ajuste de la velocidad de rotación, el sentido de giro correcto, el empleo de un rodillo magnético provisto de por lo menos 40 polos o la configuración en cascada, se pueden emplear separadamente, aunque también se pueden combinar. El separador de corriente de Foucault es en particular apto para su uso en el procedimiento según la

presente invención para la separación en lo que concierne al reducido tamaño de las fracciones, debido a la combinación de las medidas tomadas.

5 En una forma de realización especial según la presente invención, las fracciones que contienen vidrio se separan en una etapa adicional. Preferentemente, se emplean sensores ópticos, y existen unas válvulas de salida que soplan a las fracciones que contienen vidrio del flujo de fracciones.

10 En una forma de realización particular adicional según la presente invención, las fracciones que contienen acero inoxidable también se separan en una etapa adicional del procedimiento. Preferentemente, se emplean sensores y válvulas de salida para soplar las fracciones que contienen acero inoxidable del flujo de fracciones. Las fracciones cuyo tamaño sea de por lo menos 16 mm se pueden recuperar mediante separación por sensor. Alternativamente, o complementariamente, las fracciones de acero inoxidable más gruesas, de por ejemplo por lo menos 60 mm, se pueden separar manualmente.

15 En una forma de realización preferida del procedimiento según la presente invención, la etapa de procesado de la escoria gruesa para obtener fracciones cuyo tamaño máximo sea de 5 mm comprende un cierto número de etapas intermedias. En una etapa intermedia, las fracciones cuyo tamaño sea por lo menos de 5 mm se separan en un flujo-A de fracciones de 5-60 mm y un flujo-B de fracciones de por lo menos 60 mm hasta aproximadamente 200 mm.

20 A continuación, se filtran las fracciones del flujo-A en un primer efluente de fracciones cuyo tamaño comprenda entre 16 y aproximadamente 60 mm y un segundo efluente de fracciones cuyo tamaño comprenda aproximadamente entre 5 y aproximadamente 16 mm. En una forma de realización del procedimiento según la presente invención, el flujo-A de fracciones se puede romper y filtrar después de una separación provisional basada en metales en un primer efluente de fracciones cuyo tamaño sea de 16-60 mm y un segundo efluente de fracciones con un tamaño  
25 máximo de 16 mm. Las fracciones que contienen vidrio y/o acero inoxidable se pueden separar del primer y segundo efluentes.

30 La tolerancia en dichos límites superiores es aproximadamente de 5 mm. Ello es posible mediante técnicas estándar de filtrado. Se guían los efluentes sobre una unidad de separación con un imán para separar las fracciones que contienen hierro.

35 Se utiliza un separador de corriente de Foucault que presente por lo menos 22 polos magnéticos, en particular por lo menos 33, y de modo que el rotor magnético gire en la dirección del transporte durante el funcionamiento a una velocidad de por lo menos 3.000 rpm, preferentemente de por lo menos 3500 rpm, a fin de separar las fracciones no ferrosas para el primer efluente de 16-60 mm, preferentemente tras la separación magnética mediante un imán estándar de neodimio, ya sea un rodillo imantado o un separador magnético tipo *overband*.

40 Se utiliza un separador de corriente de Foucault que presente por lo menos 40 polos magnéticos, en particular por lo menos 44, y de modo que el rotor magnético gire en la dirección del transporte durante el funcionamiento a una velocidad de por lo menos 3000 rpm, preferentemente de por lo menos 3500 rpm, a fin de separar las fracciones no ferrosas para el segundo efluente de 5-16 mm, preferentemente tras la separación magnética mediante un imán estándar de neodimio, ya sea un rodillo imantado o un separador magnético tipo *overband*.

45 En una etapa intermedia adicional, las fracciones que contienen acero inoxidable se pueden separar del flujo-A conforme al procedimiento según la presente invención mediante separación por sensor antes de que el flujo de fracciones se siga procesando.

50 En una forma de realización del procedimiento según la presente invención, el flujo-B de fracciones se rompe y filtra formándose fracciones cuyo tamaño máximo es de 60 mm tras una primera separación provisional basada en metales.

55 En una forma de realización del procedimiento según la presente invención, la separación provisional del flujo-B comprende una etapa en la que los metales se separan manualmente y/o una etapa en la que la separación se efectúa mediante sensores y válvulas de salida.

60 Los metales no ferrosos se pueden eliminar manualmente o mediante separación por sensor de las fracciones de 60-200 mm del flujo-B y las partículas ferrosas se pueden eliminar mediante un imán tipo *overband*. A partir de entonces, las fracciones de escoria remanentes se rompen y filtran formándose fracciones cuyo tamaño máximo es de 60 mm. Posteriormente, dichas fracciones se pueden suministrar al flujo-A de fracciones.

65 En última instancia, el tamaño de todas las fracciones que pasan por todas las etapas intermedias mencionadas anteriormente, se reduce a como máximo 5 mm, presentando todas las fracciones la denominada estructura monocélula.

Asimismo, la presente invención se refiere a la utilización del procedimiento según la presente invención en relación con la escoria de incineración de residuos procedente de un incinerador de residuos. En la técnica anterior, la

escoria de incineración de residuos se refrigera con agua u otro refrigerante. Según la presente invención, sin embargo se omite dicho proceso de humectación, dado que en el procedimiento se procesa escoria seca. Se contrarresta ventajosamente la difusión de metales o su disolución en la escoria de incineración de residuos, dado que la escoria se mantiene seca. Posteriormente, la escoria de incineración de residuos seca es apta para las etapas descritas anteriormente del procedimiento según la presente invención.

Ventajosamente, a partir de la escoria de incineración de residuos se ha obtenido una cantidad considerablemente grande de metales no ferrosos. Incluso, ha sido posible generar de tres a cuatro veces más cantidad de metales no ferrosos a partir de la escoria de incineración de residuos en comparación con los procedimientos de separación convencionales que se basan en la escoria de incineración de residuos húmeda, empleando el procedimiento según la presente invención. Asimismo, se ha puesto de manifiesto que el empleo del procedimiento según la presente invención en relación con la escoria de incineración de residuos es favorable particularmente para la recuperación de metales procedentes de componentes eléctricos. Aparentemente, mediante el procesado seco exclusivo de escoria de incineración de residuos se obtiene una porción muy elevada de fracciones que contienen metales no ferrosos (que no contienen hierro) en la fracción de escoria fina de máximo 5 mm. La estructura monocélula de las sustancias que deben separarse ya existe en la fracción de escoria fina, lo que mejora considerablemente la recuperación de fracciones que contienen metales. En particular, la parte de aluminio, cobre y latón recuperada puede ser considerablemente más elevada. Adicionalmente, aparentemente es ventajoso asegurarse de conferir a toda la escoria gruesa remanente la misma estructura monocélula, rompiendo y filtrando tras la separación inicial de metales, y en última instancia, separar de nuevo mediante la misma técnica que con la fracción fina original para los metales ferrosos y no ferrosos todavía existentes conforme al procedimiento según la presente invención.

Ventajosamente, con dicho procedimiento se pueden obtener mayores beneficios mediante la venta de los metales extraídos y se puede obtener un mayor ahorro debido a los reducidos costes de vertido de las fracciones más limpias remanentes.

Por otra parte, una ventaja importante es que se pueden obtener los derechos en relación con el CO<sub>2</sub> mediante la extracción de metales a partir de un proceso secundario, por ejemplo el procedimiento según la presente invención.

Es asimismo ventajoso que los costes de inversión para configurar un dispositivo de separación a fin de ejecutar el procedimiento según la presente invención sean reducidos y el retorno de la inversión se realice a corto plazo.

En la técnica anterior, la escoria de incineración de residuos procedente del incinerador se refrigera con agua y, por lo tanto, la escoria se humedece. En el procedimiento según la presente invención, sin embargo, la base se forma con escoria seca. Las fracciones pequeñas de incineración de residuos pueden arremolinarse a partir de un flujo de fracciones de incineración tras el procesado de la escoria de incineración de residuos, dado que se omite la etapa de refrigeración con agua de la escoria de incineración de residuos. En una forma de realización según la presente invención, un dispositivo separador para llevar a cabo el procedimiento se dispone cerca de una salida del incinerador de residuos. De este modo, se evita ventajosamente que las fracciones pequeñas de incineración de residuos se propaguen por toda la fábrica como polvo, lo que conllevaría problemas particularmente en los puntos de transferencia. El 30% de la cantidad total de escoria ya se puede separar formándose fracciones con un tamaño máximo de 5 mm, empezando inmediatamente la separación en la salida del incinerador de residuos. Se ha puesto de manifiesto que en la fracción de escoria fina original existe un contenido elevado de cobre y latón, además de aluminio. Conforme a un procedimiento según la presente invención, la recuperación de metales a partir de la incineración de residuos electrónicos se revela especialmente satisfactoria. Esencialmente, todos los metales existentes en la escoria de incineración de residuos se pueden recuperar con una elevada pureza, procesando asimismo la escoria de incineración de residuos remanente a fin de obtener fracciones pequeñas con una estructura monocélula.

Además del empleo del procedimiento según la presente invención para la escoria de incineración de residuos procedente de un incinerador, el procedimiento también se puede utilizar para otro tipo de escoria que contenga metales que se genere en vertederos o para menas que contengan metales procedentes de minas, a condición de que dichos metales se puedan separar mediante la tecnología de corrientes de Foucault. De este modo, se garantiza que los vertederos existentes se puedan reducir ventajosamente y que los metales se puedan recuperar eficazmente sin tener que emplear procesos químicos, lo que puede representar una ventaja medioambiental relevante.

A continuación, la presente invención se describirá más detalladamente haciendo referencia a los dibujos adjuntos que representan una ejecución práctica de la presente invención, sin que sean limitativos.

En la figura 1 se representa un diagrama de flujo de las etapas del procedimiento según la presente invención.

En la figura 2 se representa un diagrama de flujo ampliado, con las etapas previas a las etapas del procedimiento según la presente invención.

En la figura 3 se representa un diagrama de flujo como el de la figura 2, proporcionándose etapas adicionales para la separación de acero inoxidable y vidrio.

Y finalmente, en las figuras 4a, 4b se representan vistas de un separador de corriente de Foucault, idóneo para la realización del procedimiento según la presente invención.

5 En las figuras 1-3 se representan diversos diagramas de flujo del procedimiento según la presente invención. En la figura 1 se representa un diagrama de flujo 20 en el que se procesa la fracción de polvo seco cuyo tamaño máximo es de 5 mm. Las fracciones que contienen hierro Fe y otras fracciones que contienen metales N-Fe se pueden separar de las fracciones remanentes S de la fracción de polvo de máximo 5 mm. El diagrama de flujo 20 comprende cuatro fases diferenciadas: I, II, III, IV.

10 En la primera fase I, se suministra la escoria seca que se ha procesado a fin de producir fracciones con un tamaño máximo de 5 mm. Las fracciones cuyo tamaño máximo es de 5 mm, la denominada fracción de polvo 21, se suministran con una cinta de alimentación.

15 En la fase II siguiente, parte de dicha fracción de polvo se separa mediante un dispositivo separador, lo que se puede realizar, por ejemplo, mediante un tamiz fino 22 o con un depurador 23. El tamiz fino 22 es una criba vibrante. Se separa una fracción de polvo fino de 0-1 mm de la fracción de polvo gruesa de 1-5 mm, dado que la criba vibra. Dicha criba vibrante presenta una cubierta con un mecanismo de autolimpieza. Dicho mecanismo de autolimpieza comprende bolas de goma que se mueven porque la criba vibra y por lo tanto limpian la cubierta de filtrado. Se puede utilizar un depurador 23 como alternativa para el tamiz fino 22 o en combinación con dicho tamiz fino 22. El depurador 23 comprende una cámara con un sistema de aspiración. La fracción de polvo fino se puede aspirar de las fracciones con tamaños comprendidos entre 1 y 5 mm empleando el sistema de aspiración. Tras la separación de fracción de polvo fino, permanece una fracción de polvo de 1-5 mm, que posteriormente se procesa en una tercera fase III.

25 En primer lugar se puede ejecutar una etapa del procedimiento para separar la fracción de polvo fino 0-1 mm mediante el depurador 23 o el tamiz fino 22, en la que se separan fracciones que contienen hierro. Preferentemente, se emplea un tambor magnético provisto de un imán de ferrita con una fuerza de aproximadamente 900-1000 Gauss. El tamiz fino 22 se puede haber configurado únicamente en el tambor magnético. Dicho tambor magnético puede ser del mismo tipo que los tambores magnéticos empleados habitualmente para la separación de fracciones que contienen hierro.

35 En la tercera fase III, se lleva a cabo una separación previa mediante un campo magnético. El flujo de fracciones se somete un campo magnético durante la separación previa. De este modo, las fracciones que contienen hierro se pueden separar del flujo de fracciones. Las fracciones que contienen hierro que se descargan en la tercera fase III presentan un tamaño que varía entre 1 y 5 mm. Se actúa favorablemente sobre el proceso adicional del procedimiento según la presente invención mediante la separación previa de las fracciones. Para una separación óptima, se utiliza un rodillo magnético de neodimio. Dicho rodillo magnético de neodimio es muy potente, siendo la fuerza magnética en la superficie de dicho rodillo de aproximadamente 9000-9500 Gauss. Por este motivo, el rodillo magnético es idóneo para la separación previa de fracciones pequeñas que contengan hierro. Se pueden disponer dos imanes 24, 25 uno detrás de otro para mejorar adicionalmente el proceso de separación.

45 En una cuarta fase IV del procedimiento según la presente invención, el flujo de fracciones se somete a, así denominados, tres separadores de corriente de Foucault 26, 27, 28. Se genera un campo magnético que varía mediante el separador de corriente de Foucault. Cuando una fracción conductiva eléctricamente atraviesa dicho campo magnético variable, se genera en la fracción una intensidad eléctrica, la denominada corriente de Foucault. Dicha corriente de Foucault genera a su vez un campo magnético opuesto al campo magnético que predomina en el entorno cercano de la fracción. De este modo, se asegura que las fracciones conductivas eléctricamente quedan repelidas y se separan del campo magnético. Las fracciones se repelen o arrastran de modo distinto por las diferencias en el material existente en las mismas, de modo que se produce una separación de las fracciones. En el procedimiento según la presente invención, las fracciones conductivas eléctricamente son las fracciones que contienen metales. Ello comprende metales no ferrosos, dado que en la fase previa del procedimiento ya se han separado esencialmente todos los metales que contienen hierro.

55 Los separadores de corriente de Foucault que se emplean presentan un rotor magnético que gira durante el funcionamiento a una velocidad de por lo menos 4000 rpm. El rotor magnético empleado está provisto de por lo menos 40 polos magnéticos para generar un campo magnético de alta frecuencia. Dicho rotor magnético gira contra la dirección del transporte del flujo de fracciones suministradas durante el funcionamiento.

60 Los tres separadores de corriente de Foucault 26, 27, 28 se disponen en una configuración en cascada. Debido a ello, el flujo de fracciones se somete hasta tres veces a un separador de corriente de Foucault 26, 27, 28, cada uno de ellos actuando positivamente en la separación. El empleo de dos separadores de corriente de Foucault en una configuración en cascada también mejora considerablemente la separación, aunque se ha puesto de manifiesto que con un tercer dispositivo separador 28 se puede alcanzar una separación óptima de por lo menos el 95% de las fracciones que contienen metal. Tras la separación de las fracciones que contienen hierro en la tercera fase y de las fracciones que contienen metales en la cuarta fase, permanece un flujo de fracciones purificadas S.

En la figura 2 se representa un diagrama de flujo en el que se ha integrado el diagrama de flujo 20 de la figura 1. En la figura 2 se representan las etapas de un procedimiento que puede preceder a las etapas del procedimiento según la presente invención tal como está representado en el diagrama de flujo 20.

El diagrama de flujo se inicia con el suministro de un flujo de escoria 1 a un separador magnético 2. La escoria gruesa 1 es escoria seca con un contenido en humedad comprendido entre 1 y un máximo del 5%. Se separan las partículas que contienen hierro de la escoria gruesa 1 mediante un separador magnético 2. A continuación, la escoria gruesa 1 se lleva a un filtro 3, en el que las fracciones de tamaño mayor de aproximadamente 200 mm se devuelven a la incineración de residuos 4. Las fracciones con tamaño más reducido se llevan al siguiente filtro 5 en el que se separan hasta aproximadamente 60 mm. Las fracciones de tamaño más pequeño de aproximadamente 60 mm se conducen, en un flujo-A, a un triturador 8, mientras que las fracciones de tamaño mayor se conducen, en un flujo-B, a un clasificador manual o separador por sensor 6. En este punto se separan las fracciones que contienen metales no ferrosos. A continuación, las fracciones que contienen hierro remanentes se separan en un separador magnético 7, se mezcla de nuevo el flujo-A y el flujo-B de fracciones que proceden del filtro 5 y se guían al triturador 8.

A continuación, el flujo de fracciones se conduce a un filtro 9, en el que se separan las fracciones mayores y menores que aproximadamente 16 mm. Las fracciones cuyo tamaño es mayor de 16 mm se guían al primer circuito con un separador magnético 10 y un separador de corriente de Foucault 11. Las fracciones que contienen hierro se separan mediante el separador magnético 10. El flujo de fracciones cuyo tamaño es mayor de 16 mm se guía posteriormente a un separador de corriente de Foucault 11, en el que las fracciones remanentes que contienen metales se separan. Tras el separador magnético 10 y el separador de corriente de Foucault 11, se vuelve a alimentar el triturador 8 con el flujo de fracciones.

El flujo de fracciones cuyo tamaño es menor de 16 mm se conduce a un segundo triturador 14 tras su filtrado en el filtro 9. El flujo de fracciones, posteriormente, abandona el triturador 14 y se guía hasta un último filtro 15 en el diagrama de flujo, en el que el flujo de fracciones se separa aproximadamente por 5 mm. Análogamente al primer circuito entre los trituradores 8 y 14, el flujo de fracciones cuyo tamaño es mayor de 5 mm se separa a continuación mediante un segundo circuito con un separador magnético 16 y un separador de corriente de Foucault 17. El flujo de fracciones cuyo tamaño máximo es 5 mm se procesa a continuación conforme a las etapas del procedimiento que se han representado en el diagrama de flujo 20 de la figura 1.

Posteriormente, en la figura 3 se representa una ampliación del diagrama de flujo representado en la figura 2. El diagrama de flujo de la figura 3 se ha ampliado para incluir módulos separadores para la separación de acero inoxidable y vidrio. Con este propósito, se proporcionan un separador de acero inoxidable 12, 18 y un separador de vidrio 13, 19 en el primer circuito entre el filtro 9 y el triturador 8 y en configuración análoga en el segundo circuito a entre el filtro 15 y el triturador 14. En los circuitos entre el filtro y el triturador, el flujo de fracciones en primer lugar atraviesa un separador magnético 10, a continuación un separador de corriente de Foucault 11, entonces un separador de acero inoxidable 12 y finalmente un separador de vidrio 13.

En la figura 4a se representa un separador de corriente de Foucault en una vista lateral que es apto para su utilización en el procedimiento según la presente invención. Dicho separador de corriente de Foucault 30 está provisto de una cinta de alimentación 31 para el suministro de las fracciones que contienen metales no ferrosos. El separador de corriente de Foucault 30 comprende asimismo un tambor en cuyo interior se dispone un rodillo magnético giratorio 33. Además del rodillo magnético, se dispone una pared de separación 32 para efectuar una separación entre las fracciones repelidas por el tambor. Dicho tambor se ubica al extremo de la cinta de alimentación 31. El rodillo magnético gira contra la dirección del transporte de la cinta de alimentación durante el funcionamiento. El rodillo magnético 33 está realizado en neodimio y gira a una velocidad de por lo menos 4000 rpm. Para dicha velocidad de rotación de valor elevado, el separador de corriente de Foucault es asimismo apto para la separación de fracciones pequeñas. El rodillo magnético en el tambor de separador de corriente de Foucault está provisto de por lo menos 40 polos para excitar al tambor. Gracias a la elevada velocidad de rotación y a la gran cantidad de polos, la frecuencia del campo magnético generado es muy alta, con lo que el separador de corriente de Foucault es idóneo para separación de fracciones pequeñas.

En la figura 4b se representa el funcionamiento del separador de corriente de Foucault de la figura 4a en una vista lateral esquemática. La flecha en la cinta de alimentación 31 señala la dirección del transporte del flujo de fracciones. Al extremo de dicha cinta de alimentación, el flujo de fracciones se conduce sobre el tambor, en cuyo interior gira el rodillo magnético 33. Dicho rodillo magnético preferentemente se gira contra la dirección del transporte, en este caso en el sentido contrario a las agujas del reloj, a fin de alcanzar un efecto de separación más intenso. Las fracciones que pasen por el tambor serán atraídas o repelidas por el campo magnético alterno, de modo que se produce una separación de las fracciones.

Además de la forma de realización representada, se pueden utilizar variantes sin salirse del objetivo de protección tal como se define en las reivindicaciones. Por ejemplo, se puede emplear el procedimiento para otro tipo de fabricación o para otros flujos de residuos en una variante, por ejemplo, minerales triturados finamente que pueden



originarse en minas de oro o en otras excavaciones. El procedimiento es asimismo idóneo para la separación de aluminio fino de escoria de aluminio.

5 Por este motivo, el procedimiento según la presente invención proporciona un procedimiento para la separación de fracciones que contienen metales de la escoria. En particular, dicho procedimiento se puede emplear para escoria que se origina en la incineración de residuos. Se puede alcanzar un elevado grado de separación de metales de la escoria empleando el procedimiento según la presente invención. La calidad de las fracciones remanentes puede llegar a ser tan elevada que las fracciones se pueden reutilizar como sustitución de material de construcción, materia prima o arena / granulados para, por ejemplo, la industria de cemento u hormigón, en particular, la industria de 10 asfalto de hormigón pobre. A las fracciones remanentes se les puede conferir la calificación de sustancia inerte, lo que ya puede considerarse un ahorro importante en los costes de la descarga final en el vertedero.

**REFERENCIAS CITADAS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA**

5 La lista siguiente de los documentos mencionados por parte del solicitante ha sido realizada exclusivamente a fin de informar al lector y no forma parte del documento de patente europeo. Ha sido elaborada con mucho esmero; sin embargo, la Oficina Europea de Patentes no asume ninguna responsabilidad en el caso de errores u omisiones eventuales.

**Documentos de patente citados en la memoria descriptiva**

- 10 • WO 02066164 A WO 0103844 A

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para separar fracciones que contienen metales (20) de escoria, que comprende las etapas sucesivas siguientes:
- 5
- suministro de la escoria;
  - procesado de la escoria en fracciones;
  - separación previa de las fracciones cuyo tamaño máximo es de 5 mm, en la que se separan las fracciones que contienen hierro (24, 25);
  - 10 - separación de fracciones que contienen metales no ferrosos (21) cuyo tamaño máximo es de 5 mm empleando un separador de corriente de Foucault (26, 27, 28),
- caracterizado porque** las fracciones (21) se mantienen secas cuando se separan fracciones que contienen metales no ferrosos, y en el que separador de corriente de Foucault (26, 27, 28) comprende una cinta de alimentación para el suministro de las fracciones que contienen metales no ferrosos y un tambor en cuyo interior se dispone un rotor magnético, de modo que el tambor se dispone al extremo de la cinta de alimentación y de modo que durante el funcionamiento el rotor magnético gira contra la dirección del transporte de la cinta de alimentación.
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las fracciones se mantienen secas en lo que concierne a la separación previa de las fracciones que contienen hierro y la separación de fracciones que contienen metales no ferrosos.
- 20
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, de modo que la escoria se mantiene seca durante las distintas etapas del procedimiento.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un rotor magnético del separador de corriente de Foucault se hace girar a una velocidad de por lo menos 4000 rpm.
- 25
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se emplea un separador de corriente de Foucault provisto de un rotor magnético con por lo menos 40 polos magnéticos.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se emplean por lo menos dos separadores de corriente de Foucault configurados en cascada.
- 30
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fracciones cuyo tamaño máximo sea 1 mm, la denominada fracción de polvo fino, se separan del flujo de fracciones cuyo tamaño máximo es de 5 mm.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que se lleva a cabo una etapa del procedimiento en el flujo de fracciones cuyo tamaño máximo es de 5 mm para la etapa de separación de la fracción de polvo fino, en la que se separan fracciones que contienen hierro.
- 35
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se emplea un rodillo magnético de neodimio de 9000-9500 Gauss para la separación previa de fracciones que contienen hierro.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la separación previa de fracciones que contienen hierro se realiza en una configuración en cascada.
- 40
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fracciones con un tamaño mínimo de 5 mm se separan en un flujo-A de fracciones de 5-60 mm y un flujo-B de fracciones de por lo menos 60 mm.
12. Utilización del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para su empleo en lo que concierne a escoria de incineración de residuos procedente de un incinerador de residuos.
- 45
13. Utilización del procedimiento según la reivindicación 12, de modo que las fracciones de escoria limpia remanentes cuyo tamaño máximo sea de 5 mm se producen para aplicaciones en la industria del cemento como materia prima de sustitución.
14. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, de modo que un dispositivo separador para la realización del procedimiento se dispone adyacente a la salida del incinerador de residuos para la separación de las fracciones de la escoria de incineración de residuos cuyo tamaño máximo sea de 5 mm.
- 50

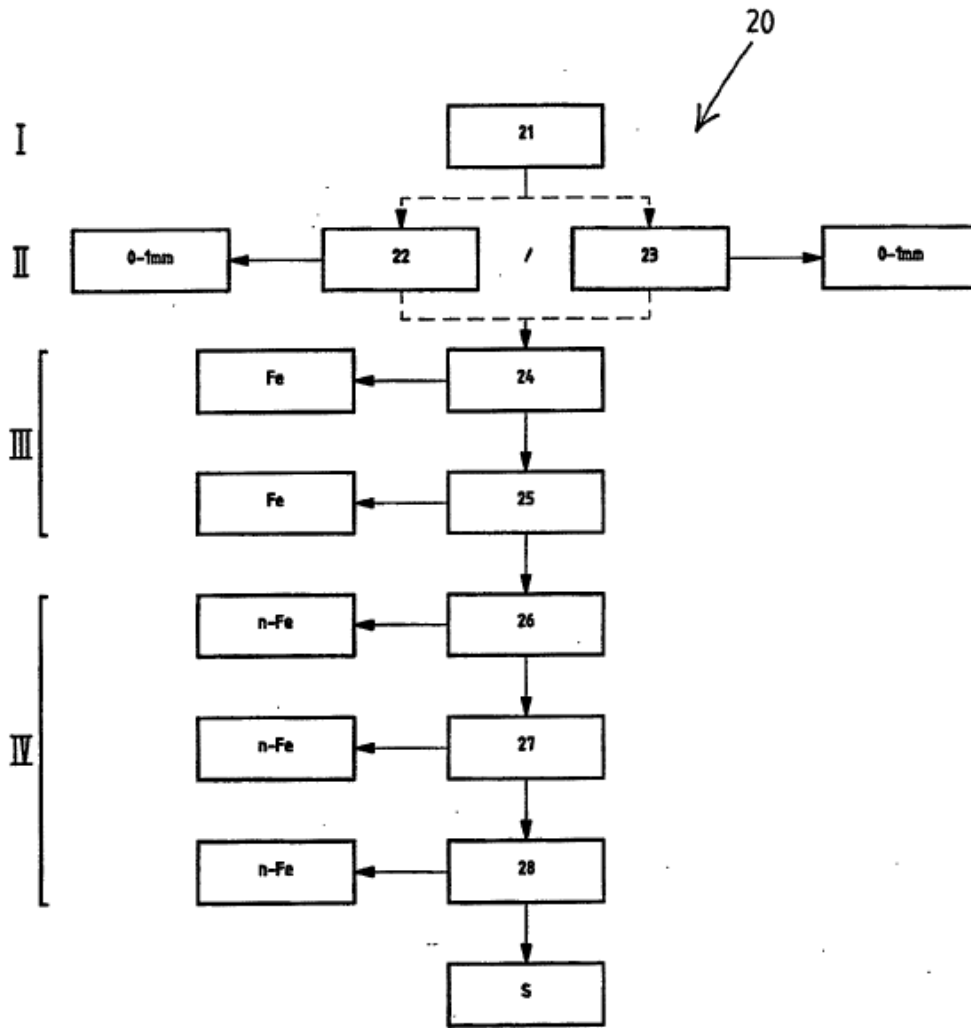


Fig. 1

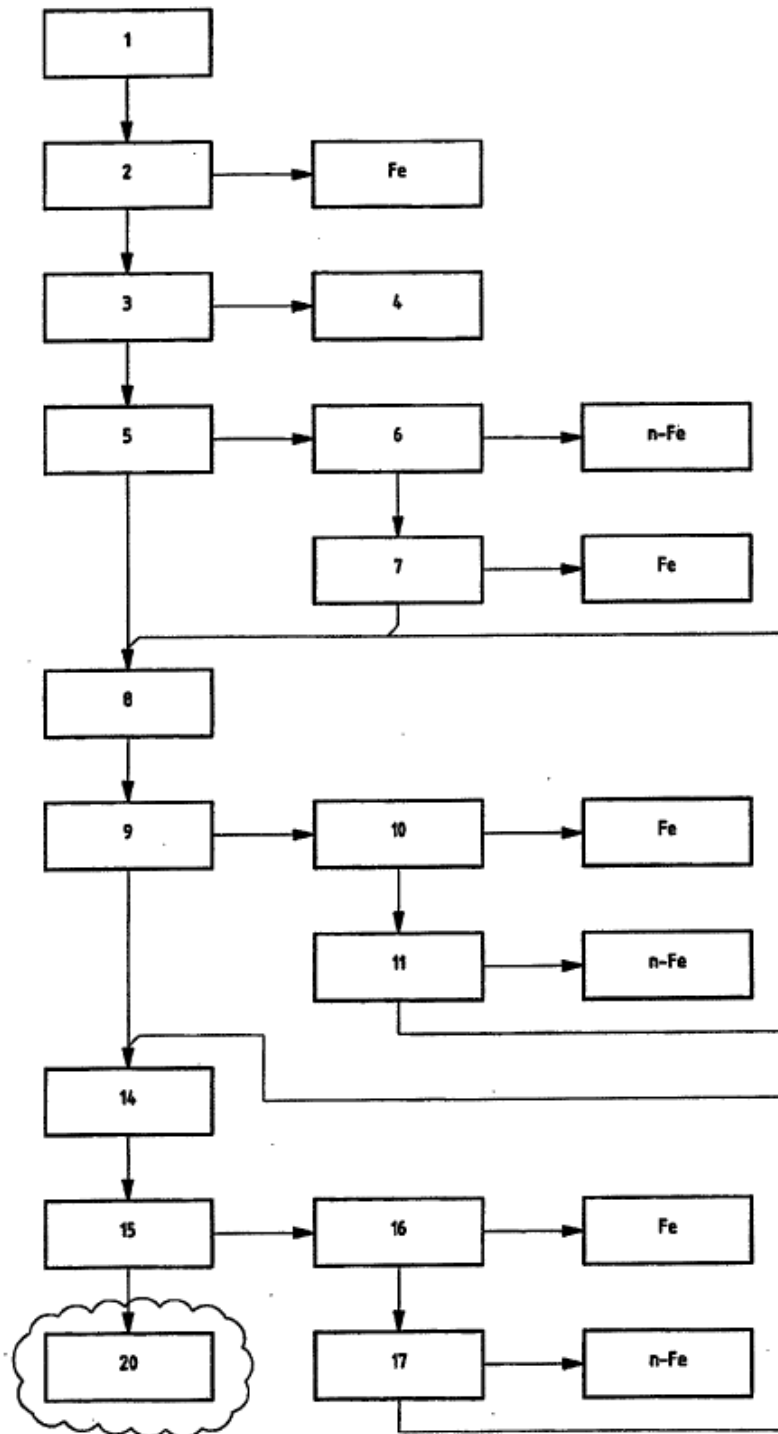


Fig. 2

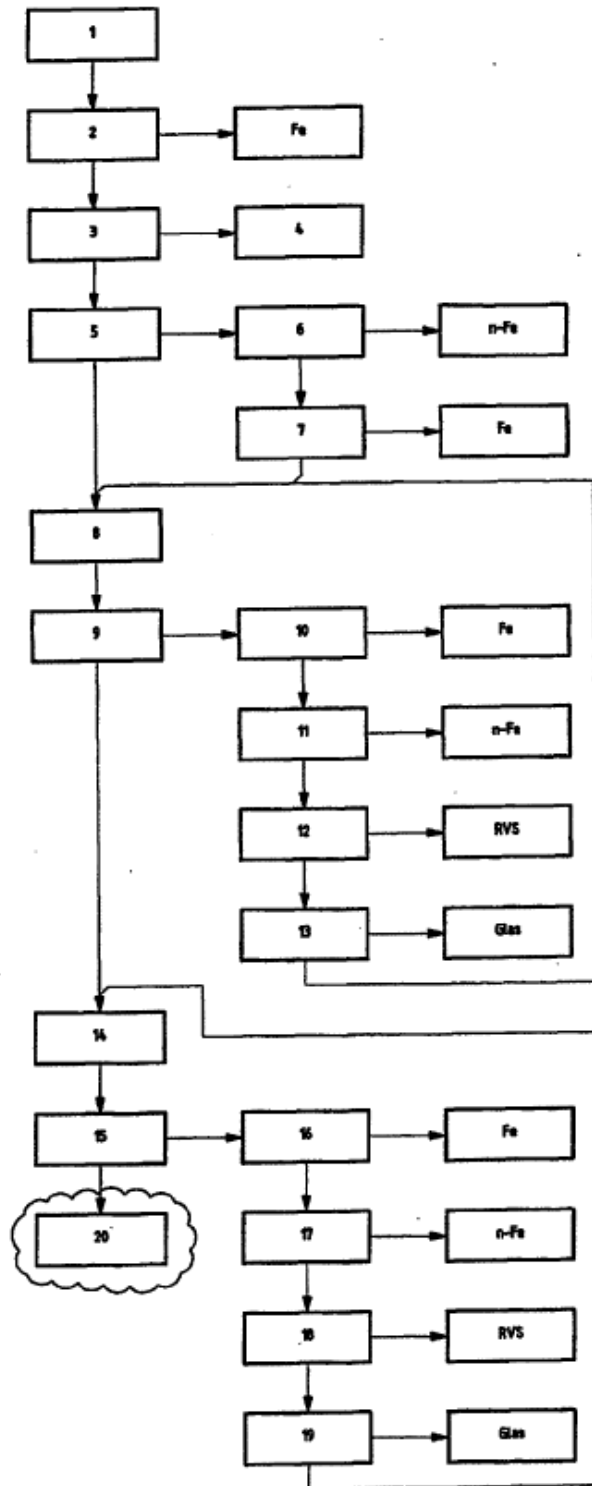


Fig. 3

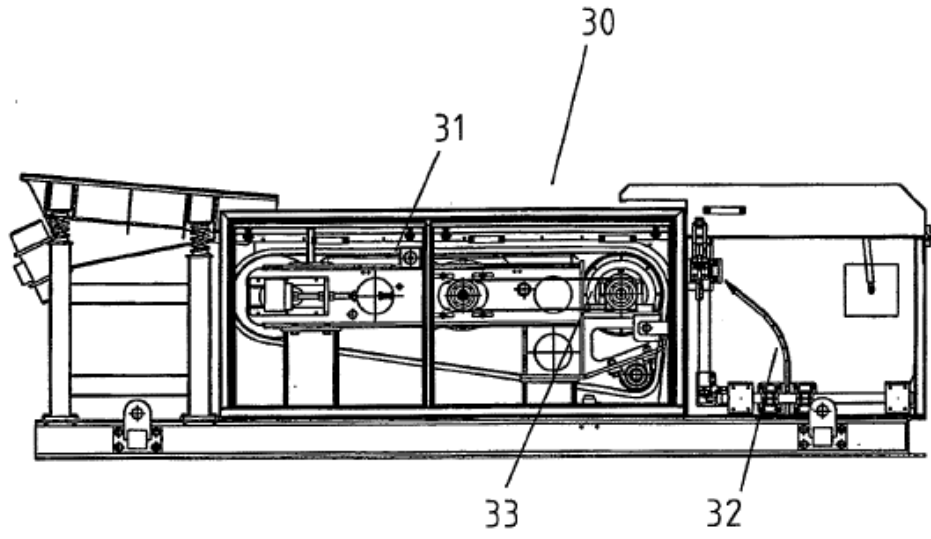


Fig. 4a

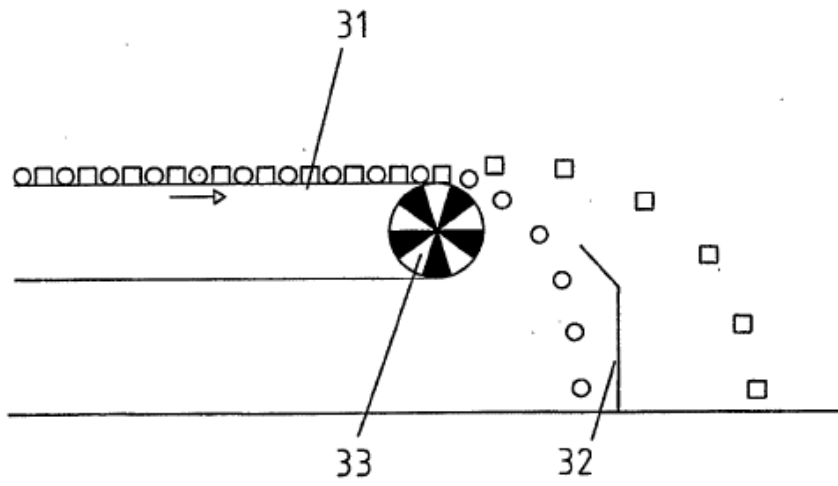


Fig. 4b