(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
26 de junio de 2014 (26.06.2014)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2014/096481 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
C22B 1/00 (2006.01) *C22B 7/00* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2013/070814

(22) Fecha de presentación internacional:
25 de noviembre de 2013 (25.11.2013)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
12382519.2
20 de diciembre de 2012 (20.12.2012) EP

(71) Solicitante: **FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION** [ES/ES]; Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia C/ Geldo, Edificio 700, E-48160 Derio (Vizcaya) (ES).

(72) Inventores: **VICARIO GOMEZ, Iban**; Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia C/ Geldo, Edificio 700, E-48160 Derio (Vizcaya) (ES). **ABUIN ARIZETA, Alberto**; Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia C/ Geldo, Edificio 700, E-48160 Derio (Vizcaya) (ES). **ANTOÑANZAS GONZÁLEZ, Francisco, Javier**; Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia C/ Geldo, Edificio 700, E-48160 Derio (Vizcaya) (ES). **YURRAMENDI SARASOLA, Lourdes**; Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia C/ Geldo, Edificio 700, E-48160 Derio (Vizcaya) (ES). **MÚGICA IRAOLA, Juan, Carlos**; Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia C/ Geldo, Edificio 700, E-48160 Derio (Vizcaya) (ES).

(74) Mandatario: **CARPINTERO LOPEZ, Mario**; Herrero & Asociados, S.L., C/ Alcala, 35, E-28014 Madrid (ES).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: RECYCLING PROCESS FOR RECYCLING GRANULATED METALLIC MATERIALS CONTAINING SURFACE IMPURITIES

(54) Título : PROCESO DE RECICLADO DE MATERIALES METÁLICOS GRANULADOS CONTENIENDO IMPUREZAS SUPERFICIALES

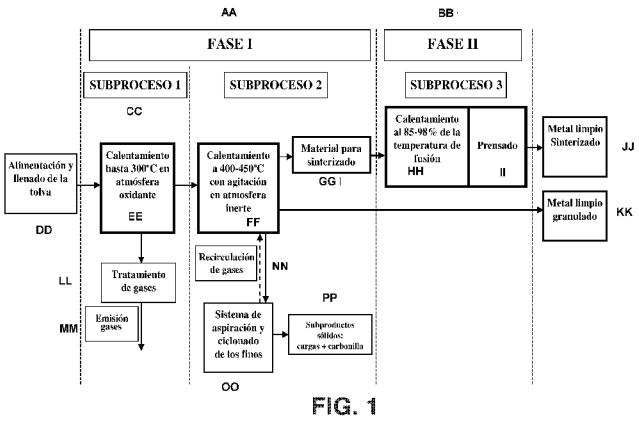

FIG. 1

AA Phase I
BB Phase II
CC Subprocess 1
DD Hopper feeding and filling
EE Heating to 300 °C in an oxidising atmosphere
FF Heating under stirring to 400-450 °C in an inert atmosphere
GG Material to be sintered
HH Heating to 85-98% of melting temperature
II Pressing
JJ Purified sintered material
KK Purified granulated material
LL Gas treatment
MM Gas emission
NN Gas recirculation
OO Fines aspiration and cyclone system
PP Solid subproducts: fillers + coal dust

(57) Abstract: The present invention relates to a recycling process for recycling granulated metallic materials containing surface impurities combining a subprocess 1 and a subprocess 2, where the contaminating material is partially removed in subprocess 1 by means of heating the starting material to a temperature less than or equal to 300°C in a controlled oxidizing atmosphere; and the material is heated to 400- 550°C in an inert atmosphere in subprocess 2 and the remaining residues of contaminating material are removed by a combined thermal-mechanical action.

(57) Resumen: Proceso de reciclado de materiales metálicos granulados conteniendo impurezas superficiales, que combina un subproceso 1 y un subproceso 2, donde en el subproceso 1 se produce la eliminación parcial del material contaminante mediante calentamiento del material de partida hasta una temperatura inferior o igual a 300ºC, en atmósfera oxidante controlada; y en el subproceso 2, en atmósfera inerte, se calienta el material hasta 400-550ºC y se eliminan restos de material contaminante que aún quedan por un efecto combinado térmico-mecánico.

WO 2014/096481 A1

SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

PROCESO DE RECICLADO DE MATERIALES METÁLICOS GRANULADOS CONTENIENDO IMPUREZAS SUPERFICIALES

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un proceso de preparación y reciclaje de metales, que tiene aplicación en la industria metalúrgica, y más concretamente en el ámbito de la recuperación de metales contenidos en materiales residuales, especialmente cuando se presentan con un tamaño de partícula pequeño. Estos materiales residuales se caracterizan porque el metal está contaminado con material orgánico como aceite, plástico madera, pintura, etc, y pueden contener también impurezas de carácter inorgánico.

El objeto de la invención es un proceso que permite eliminar los componentes no metálicos, principalmente productos orgánicos e impurezas diversas, a partir de materiales residuales con alto contenido metálico. Si bien el proceso es de aplicación a materiales metálicos de diversas granulometrías y tamaños, es especialmente apropiado para partículas metálicas de pequeño tamaño no recuperables, o recuperables con bajo rendimiento y/o calidad, mediante los procesos conocidos en la actualidad. El proceso es apto para un gran número de metales entre los que cabe destacar aluminio, cobre, magnesio, cinc, etc. y sus aleaciones.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Los problemas que presentan los procesos térmicos actuales de tratamiento de metales contaminados con impurezas, especialmente de naturaleza orgánica, son los siguientes:

- Se produce una oxidación del metal al aumentar la temperatura y estar en contacto con elementos orgánicos durante el proceso de reciclado. Esto provoca que estos elementos no se puedan briquetear, es decir hacer briquetas, y sinterizar en caliente. Además, se generan gases durante el proceso, existe riesgo de explosión por humedad y los rendimientos metalúrgicos son bajos.

- La calidad obtenida de los materiales reciclados a partir de materias primas sucias no permite su empleo en aplicaciones que requieren alta pureza y baja oxidación del metal (tabletas aleantes, granalla de aluminio, cobre electrolítico, etc.).
- Se produce una eliminación deficiente de las cargas contenidas en las pinturas, que habitualmente quedan pegadas al metal.
- Puede ser necesaria la aportación de sales fundentes para lograr un mayor grado de recuperación. Estas sales generan escorias, de difícil reciclado y alto coste e impacto medioambiental.
- Es muy dificultoso el reciclado de elementos compuestos tipo sándwich, paneles, etc.

Debido a estos problemas, existen corrientes de materiales metálicos que no pueden recuperarse con los procesos existentes. En otros casos en los que la recuperación es posible, los rendimientos metalúrgicos son bajos y/o los metales reciclados no pueden ser utilizados para aplicaciones con requisitos de alta pureza, debido a la contaminación que sufre el metal durante el proceso de reciclado.

Dentro de los métodos que se han sugerido para la recuperación del metal están los basados en la incineración o combustión de la fracción orgánica, como plásticos, gomas, resinas o papel, que se encuentra junto al metal. Dichos métodos requieren una atmósfera oxidante y normalmente se realizan a temperaturas relativamente altas. Como consecuencia, una parte del metal se oxida con la consiguiente pérdida de rendimiento de recuperación.

El hecho de que los materiales metálicos se encuentren expuestos a temperaturas relativamente altas en presencia de oxígeno es cuestionable por al menos dos razones. Primero, porque el metal se oxida superficialmente y, segundo, porque las propiedades del metal que se recupera finalmente se encuentran normalmente afectadas por el sobrecalentamiento. Por lo tanto, no tiene unas propiedades tan buenas como las que tenía el metal antes de ser procesado para la eliminación de los elementos contaminantes.

La patente US-7.976.611, describe un proceso continuo para recuperar metales en el

que los componentes orgánicos son eliminados mediante combustión directa a temperaturas elevadas. Las temperaturas de proceso indicadas se encuentran entre 400 y 1100ºC, preferiblemente de 600 a 900ºC y concretando la máxima preferencia en el rango 700-850 ºC, La adición de oxígeno a estas temperaturas permite eliminar la parte orgánica mediante oxidación pero presenta varios inconvenientes, En primer lugar, la temperatura de tratamiento es excesiva para un gran número de metales, incluyendo el Al, Mg, Pb, por tener temperaturas de fusión menores. En segundo lugar, como ya se ha comentado anteriormente, los procesos de combustión directa de la materia orgánica generan una corrosión del metal que repercute en un menor rendimiento de recuperación. En el caso de la mencionada patente, este fenómeno es especialmente relevante por tratar el metal a una temperatura elevada en medio oxidante. Finalmente, en tercer lugar, el proceso sugerido provoca la volatilización de determinados metales que se han de retener en la línea de tratamiento de gases en forma de óxidos, generando un nuevo residuo y reduciendo el rendimiento de recuperación como metal.

La patente GB-1.370.071 emplea un horno rotativo inclinado para la recuperación de virutas con materiales orgánicos pegados, mediante un proceso que incluye el movimiento de las virutas a través de un camino tortuoso con un gradiente ascendente de temperaturas en una atmósfera con presencia de oxígeno. Indica que la temperatura de tratamiento ha de ser la suficiente para que vaporice u oxide los contaminantes orgánicos, pero a una temperatura inferior a la que el metal se oxida de forma substancial. Sin embargo, no especifica cuál es la temperatura necesaria que, además, es diferente para cada metal tratado. Únicamente la concreta para el tratamiento de bronce, indicando que ha de ser como máximo inferior en 200 ºF a la temperatura de fusión. Este margen de temperatura, aplicado a un buen número de metales genera los problemas comentados anteriormente: importante oxidación del metal y elevada volatilización de metales hacia la salida de gases. Este último fenómeno se va a dar principalmente cuando se traten mezclas de metales con presencia de metales fácilmente volatilizables. Tras el proceso de eliminación de las impurezas, aplica un sistema de compactación de las virutas a la temperatura de salida o tras un enfriamiento parcial, seguido, opcionalmente, por la fusión del metal compactado en un horno de fusión. La compactación de las virutas se realiza a una temperatura elevada pero inferior en 500ºF a la temperatura de fusión del metal

tratado. Es decir, la temperatura de compactación es muy inferior a la temperatura de semi-sólido y, por lo tanto, no garantiza que el metal se encuentre en un estado suficientemente blando para que permita una compactación óptima del metal. Por otro lado, esta patente no es adecuada para el trabajo con materiales que no sean de pequeño tamaño y con unas concentraciones de cargas orgánicas pequeñas.

Otros métodos de recuperación de metales contaminados incluyen el calentamiento del metal y de las impurezas que le acompañan en una cámara estanca y en un ambiente exento de oxígeno, para provocar la pirólisis de los compuestos orgánicos. Este procedimiento requiere generalmente el tratamiento en pequeños lotes de producto, incrementando el coste en relación a un proceso en continuo. Además, la pirólisis de los compuestos orgánicos genera una gran diversidad de subproductos que dificultan su gestión. Por una parte, están los gases y condensados pirolíticos, mezclas de un número elevado de productos orgánicos, que requieren su recolección y tratamiento y, por otro, una gran cantidad de residuo carbonoso que queda adherido al metal.

En la patente US 3.744.779 se presenta un proceso continuo de recuperación de los metales de la chatarra, mediante “destilación destructiva” de los componentes orgánicos a temperaturas donde el metal queda poco afectado, con un calentamiento en ausencia de oxígeno. El proceso, en realidad, consta de dos subprocesos bien diferenciados. En el primero, el residuo metálico se empieza a calentar en ausencia de oxígeno produciéndose un destilado de los compuestos orgánicos volátiles. Cuando la temperatura es suficientemente elevada y los compuestos orgánicos pesados, que todavía permanecen junto con el metal, se pirolizan generando complejas mezclas de gases y líquidos pirolíticos. La gestión de los gases emanados en ambos subprocesos resulta muy compleja: al principio se han de condensar compuestos volátiles volatilizados directamente del residuo que se mezclarán, a continuación, con los productos condensables generados en la etapa de pirólisis. Finalmente, se generarán unos gases pirolíticos incondensables que se deberán de eliminar en continuo a la salida del horno. Es un proceso bien adaptado a residuos metálicos únicamente contaminados con productos orgánicos volátiles, permitiendo incluso su recuperación, pero presentan la complejidad propia de los procesos pirolíticos cuando se trata de residuos con mezclas complejas de productos

orgánicos, especialmente cuando hay presencia de productos de alto peso molecular, no volátiles. Además este proceso tiene la desventaja de que una vez obtenido el metal final este debe de ser procesado mediante una separación física y se emplea un baño de sales para limpiar el metal de los residuos carbonosos. El empleo de sales tiene un gran impacto medioambiental, debido a la creación de escorias de difícil recuperación. Por otra parte, resulta necesaria la fusión del metal recuperado para obtener una limpieza adecuada.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención supera los problemas mencionados en los procesos anteriormente descritos y se refiere a un proceso de reciclado de metales a partir de materiales residuales que consta de tres subprocesos. En el primer subproceso, la fracción orgánica se oxida en una atmósfera oxidante a baja temperatura, evitando la oxidación del metal. En el segundo subproceso, se elimina el resto de impurezas a una temperatura superior y en una atmósfera inerte, retirando los componentes no metálicos adheridos al metal. El proceso se desarrolla de una forma preferiblemente continua mediante los dos tratamientos térmicos mencionados, resultando finalmente un metal limpio. Este metal puede ser apto para su utilización directa o tras ser sometido a un tercer subproceso de sinterizado a una temperatura muy cercana a la de fusión del metal El proceso permite, además, tratar metales contaminados, por ejemplo con aceites o lacas, evitando la utilización de otros procesos que requieren la adición de sales para separar el metal de su escoria. Se ha de resaltar que una de las ventajas del proceso es que se desarrolla en continuo.

El proceso de reciclado de residuos metálicos es especialmente apto cuando el metal se encuentra preferentemente en forma granular de tamaño reducido y acompañado de componentes no metálicos, especialmente productos orgánicos. La primera fase del proceso permite mediante dos subprocesos 1 y 2 consecutivos la eliminación de todos aquellos materiales de origen orgánico, como taladrinas, espumas, plásticos, maderas, etc, que van asociados con el metal y la reducción del porcentaje de contaminantes en el metal reciclado, tales como las cargas de las pinturas, sin provocar su oxidación. Por lo tanto, el proceso permite, en esta primera

fase, la obtención del metal limpio, que puede emplearse directamente como materia prima secundaria en diferentes aplicaciones industriales tanto en forma de granalla o briquetas. En una segunda fase, si la utilización final lo requiriera, se contempla la aplicación del subproceso 3 que permite una compactación del metal a una temperatura inferior a su punto de fusión, pero muy cercana, obteniendo una calidad final similar al metal fundido.

Por lo tanto, el proceso global que la invención propone comprende la combinación de tres subprocesos: los dos primeros tienen como objetivo la eliminación de las impurezas que acompañan al residuo metálico, mientras que el tercer subproceso compacta el metal mediante un tratamiento de sinterización.

En el subproceso 1, se produce la eliminación de la mayor parte del material contaminante, especialmente la fracción orgánica. En primer lugar se calienta el material hasta una temperatura inferior a 300ºC, en atmósfera oxidante. El reactor u horno donde se realiza el tratamiento está dotado de un sistema que mantiene el material en movimiento, lo cual puede realizarse mediante sistemas tales como bandejas vibradoras, rotación, etc.

Por otra parte, en el subproceso 2 se calienta el material resultante del subproceso anterior hasta 400-550ºC en atmósfera inerte para impedir su oxidación. En este subproceso, igualmente provisto de movimiento, se eliminan los restos de material contaminante que aún quedan, por ejemplo, carbonilla y otras impurezas. A continuación, mediante la acción combinada de la temperatura y el tratamiento mecánico (fricción, dilatación, etc) se provoca la separación de componentes de naturaleza inorgánica adheridos a la superficie metálica. Estos componentes inorgánicos pueden provenir del residuo original (materiales cerámicos, cargas de pintura, etc) o haberse generado en el subproceso anterior como resultado de la combustión incompleta de los productos orgánicos (carbonilla).

Dicha combinación de dos subprocesos de calentamiento uno con atmósfera oxidante y otro con atmósfera inerte, ambos con rangos de temperatura controlados, permite obtener de una forma novedosa y eficaz un metal no oxidado, exento de las impurezas originales y sin alteración de su forma geométrica. Este metal limpio, ya

podría utilizarse en diferentes aplicaciones industriales como materia prima secundaria.

No obstante, ocurre con frecuencia que los metales granulados no pueden ser reciclados y reutilizados en ninguna aplicación industrial. Normalmente, la razón de esta imposibilidad o dificultad reside en que los metales de pequeño tamaño se oxidan con facilidad a medida que se incrementa la temperatura en un ambiente con presencia de oxígeno. Por ello, aunque el material resultante de los dos primeros subprocesos puede ser reutilizado directamente en determinadas ocasiones, el proceso de la presente invención contempla un tercer subproceso que permite transformar el metal granulado en un material similar al metal fundido, siendo éste apto para su utilización en una mayoría de procesos industriales, especialmente en aquellos que requieren su fusión mediante sistemas convencionales. El metal granulado descontaminado proveniente del subproceso 2, se somete a un proceso de sinterizado, para lo cual debe ser calentado a una temperatura en la que adopte un estado semi-sólido, es decir, una consistencia pastosa, dependiendo dicha temperatura de cada metal, para seguidamente ser prensado en forma de briquetas o similares. Este subproceso 3, completa de esta forma, cuando así se requiera, el proceso global de reciclado del residuo metálico original.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción una figura en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra un diagrama de flujo de una realización preferente del proceso de la invención, donde pueden distinguirse los subprocesos 1, 2 y 3.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

El proceso consta de tres subprocesos que se pueden clasificar en dos fases:

FASE 1: Los subprocesos 1 y 2 tienen por objetivo eliminar las impurezas, especialmente las de naturaleza orgánica (aceites, plásticos, etc.), mediante dos tratamientos consecutivos, uno en medio oxidante y baja temperatura y, el segundo, en medio inerte a temperatura superior. El resultado es el metal limpio que puede ser comercializado o fundido directamente o puede ser sinterizado en la siguiente fase.

FASE 2: Por otra parte el subproceso 3, cuando la aplicación del material reciclado así lo requiera, recibe el material metálico ya exento de impurezas generado en los subprocesos 1 y 2, especialmente el de pequeño tamaño, para ser sinterizado mediante prensado a una temperatura inferior a la de fusión.

Seguidamente, se detalla cada uno de los subprocesos de acuerdo con una realización preferente del proceso de la invención:

En el subproceso 1 se introduce el material metálico con impurezas para provocar la eliminación de la humedad y de los compuestos orgánicos mediante oxidación a una temperatura de aproximadamente unos 300 ºC. El objetivo es eliminar la mayor parte de dichos compuestos en forma gaseosa evitando la oxidación del metal. Junto con el material a tratar se deberá de introducir oxígeno o aire en una cantidad estequiométricamente suficiente como para oxidar toda la materia orgánica presente. El equipo en el que se realice esta etapa ha de estar provisto de un sistema que provoque el movimiento del material, tanto para su avance como para permitir un calentamiento homogéneo y la exposición de toda la fracción orgánica al gas oxidante. El calentamiento se puede realizar tanto mediante un calentamiento directo (ej.: mechero o resistencias situadas en el interior del equipo) o a través de una camisa exterior provista de un sistema de calentamiento (ej.: resistencias, mecheros, aire caliente, etc., situados en la camisa). El equipo requiere, además, un control que regule la temperatura a la que se somete el material. Si el material tratado contiene una fracción orgánica cuya combustión no permite alcanzar la temperatura de proceso, el sistema de calentamiento deberá proveer el calor adicional necesario. Si la fracción orgánica es abundante y su combustión eleva la temperatura por encima de los 300 ºC, se ha de controlar el sistema mediante diversas prácticas: dilución del

material metálico a tratar con un material inerte que absorba el calor y sea fácilmente recuperable (minerales, otro metal, etc.) y/o alimentación de un gas menos rico en oxígeno y/o refrigeración mediante un fluido circulando por la camisa exterior. Los gases generados a esa temperatura se pueden tratar debidamente antes de su emisión a la atmósfera. Los equipos que se requieren para dicho tratamiento dependen del material concreto que se esté tratando y del nivel de impurezas que contenga pero, como máximo, son los siguientes: postcombustor, enfriador de gases y filtro de mangas.

En el subproceso 2, el material tratado en el subproceso 1, sin que se enfríe, se somete a una temperatura en el rango 400-450 ºC para terminar de eliminar las impurezas. Al ser una temperatura a la que el metal se puede oxidar, esta etapa se realiza en un medio inerte exento de oxígeno. Se ha comprobado que de esta forma se eliminan las incrustaciones de carbonilla y otras impurezas todavía presentes al finalizar el tratamiento previo. En esta etapa, el equipo utilizado preferentemente ha de estar también provisto de un sistema de movimiento del material, debido a que este movimiento junto con la temperatura producen un efecto combinado (dilatación, rozamiento, etc.) que permite obtener un material metálico limpio. El gas inerte se puede extraer del equipo, purificar mediante eliminación de partículas en un ciclón y/o filtro de mangas y recircular nuevamente al interior. El sistema de calentamiento puede ser, como en el caso anterior, directo o indirecto a través de una camisa, con la excepción de los sistemas directos que pueden introducir oxígeno en el medio (ej.: mecheros con llama). El material metálico resultante puede ser comercializado o fundido directamente o puede pasar al siguiente subproceso 3 para ser sinterizado. En el caso del metal limpio sin compactar, puede ser necesario un sistema de enfriamiento rápido para evitar la oxidación. Para ello se pueden emplear bandejas vibrantes enfriadoras, cubas de agua, sistemas criogénicos, o cualquier otro medio de enfriamiento de metales, pudiendo incluir la necesidad de una atmósfera inerte.

En el subproceso 3, el material granular limpio generado en la fase anterior, se puede compactar mediante sinterizado a presión. Para ello se ha de elevar la temperatura del material a un 85-97% de la temperatura de fusión del metal tratado en un medio inerte y someterlo a continuación a una compactación mediante una prensa. El material obtenido en estas condiciones tiene una densidad cercana al

100% del correspondiente al metal fundido. El subproceso 3 está formado por un sistema de dosificación del metal caliente, preferentemente a la misma temperatura de salida del subproceso 2 y mediante un sistema que permita un dosificado exacto (válvulas alveolares, cámaras con sistema de pesado y apertura en función del peso detectado), un sistema que permita elevar la temperatura hasta el 85-97% de la temperatura de fusión, de tal manera que el material se encuentre dentro del rango de estado semi-sólido con un mínimo de fracción líquida que permita la unión óptima de los materiales en el proceso de compactado y molde calefactado sobre el que cae el material para ser compactado mediante una prensa provista de, por ejemplo, uno o dos pistones. Cuando el material se enfría, en algunos casos puede ser necesario un sistema de enfriamiento para poder reducir los tiempos de ciclo, el pistón se retira, se abre el molde y se extrae el metal compactado.

A la vista de esta descripción y de la figura 1, las realizaciones preferentes descritas se pueden transformar en otras similares mediante combinaciones de las fases y subprocesos descritos dentro del objeto de la invención. La invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero se pueden introducir múltiples variaciones en dichas realizaciones preferentes sin exceder el objeto de la invención reivindicada.

Ejemplo:

A continuación se exponen dos ejemplos experimentales representativos de la aplicación del proceso objeto de la invención:

Ejemplo 1.- Se ha partido de un residuo consistente en una granalla de aluminio contaminada con materiales orgánicos diversos. La fracción inferior a 1 mm contenía un 11.45% de carbono total, mientras que la fracción entre 1-2 mm contenía un 9.77%. El material original se ha sometido a los subprocesos de la FASE I descritos anteriormente.. Concretamente, se ha sometido en el subproceso 1 a una temperatura de 295 ºC durante media hora, habiendo circulado un 120% del oxígeno estequiométricamente necesario para gasificar todo el carbono. A continuación, en el subproceso 2, se ha sometido a una temperatura de 430ºC durante media hora en una atmósfera inerte de argón. El material resultante obtenido se ha clasificado en

dos fracciones: inferior a 1 mm y 1-2 mm. El contenido en carbono de la primera fracción se ha reducido a un 0.18% y el de la segunda a un 0.13%. De esta forma, se puede observar la eficacia del proceso descrito, siendo el rendimiento de eliminación de carbono superior al 98% en ambos casos. Por otra parte, el oxígeno analizado en el metal antes del tratamiento fue de un 1.4% y el obtenido tras el tratamiento en los subprocesos 1 y 2 resultó ser de un 0.3%, Es decir, se puede observar que el proceso no ha provocado la oxidación del material y, por el contrario, ha permitido la eliminación de una parte del óxido superficial presente en el material de partida.

Ejemplo 2.- El residuo sometido a tratamiento es un conjunto de hilos de cobre de 20 cm de largo y 0,5 mm de diámetro contaminada con una mezcla de productos aceitosos. El contenido en carbono del material original era de un 12%. Este material se ha sometido a los subprocesos de la FASE I descritos anteriormente. Concretamente, se ha sometido en el subproceso 1 a una temperatura de 300 ºC durante 45 minutos, habiendo circulado un 120% del oxígeno estequiométricamente necesario para gasificar todo el carbono. A continuación, en el subproceso 2, se ha sometido a una temperatura de 430ºC durante 45 minutos en una atmósfera inerte de argón. El contenido en carbono de la fracción resultante es de un 0,2 %, siendo el rendimiento de eliminación de carbono superior al 98%. El contenido en oxígeno permaneció invariable tras las etapas de tratamiento.

REIVINDICACIONES

1.- Proceso de reciclado de materiales metálicos granulados conteniendo impurezas superficiales, **caracterizado** por que combina un subproceso 1 y un subproceso 2, donde en el subproceso 1 se produce la eliminación parcial del material contaminante mediante calentamiento del material de partida hasta una temperatura inferior o igual a 300ºC, en atmósfera oxidante controlada; y en el subproceso 2, en atmósfera inerte, se calienta el material hasta 400-550ºC y se eliminan restos de material contaminante que aún quedan por un efecto combinado térmico-mecánico.

2.- Proceso según la reivindicación 1, en el que durante los subprocesos 1 y 2 se mantiene el material en movimiento.

3.- Proceso según la reivindicación 1 y 2, en el que el material que sale del subproceso 2 es metal limpio granulado apto para ser utilizado como materia prima secundaria en diversas aplicaciones industriales.

4.- Proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el proceso se completa haciendo que el metal granulado descontaminado, proveniente del subproceso 2, sea sometido a un proceso de sinterizado, para lo cual debe ser calentado a una temperatura inferior a su punto de fusión, en la que adopte un estado semi-sólido, para seguidamente ser prensado en forma de briquetas o similares, teniendo lugar dicho proceso de sinterizado en un subproceso 3.

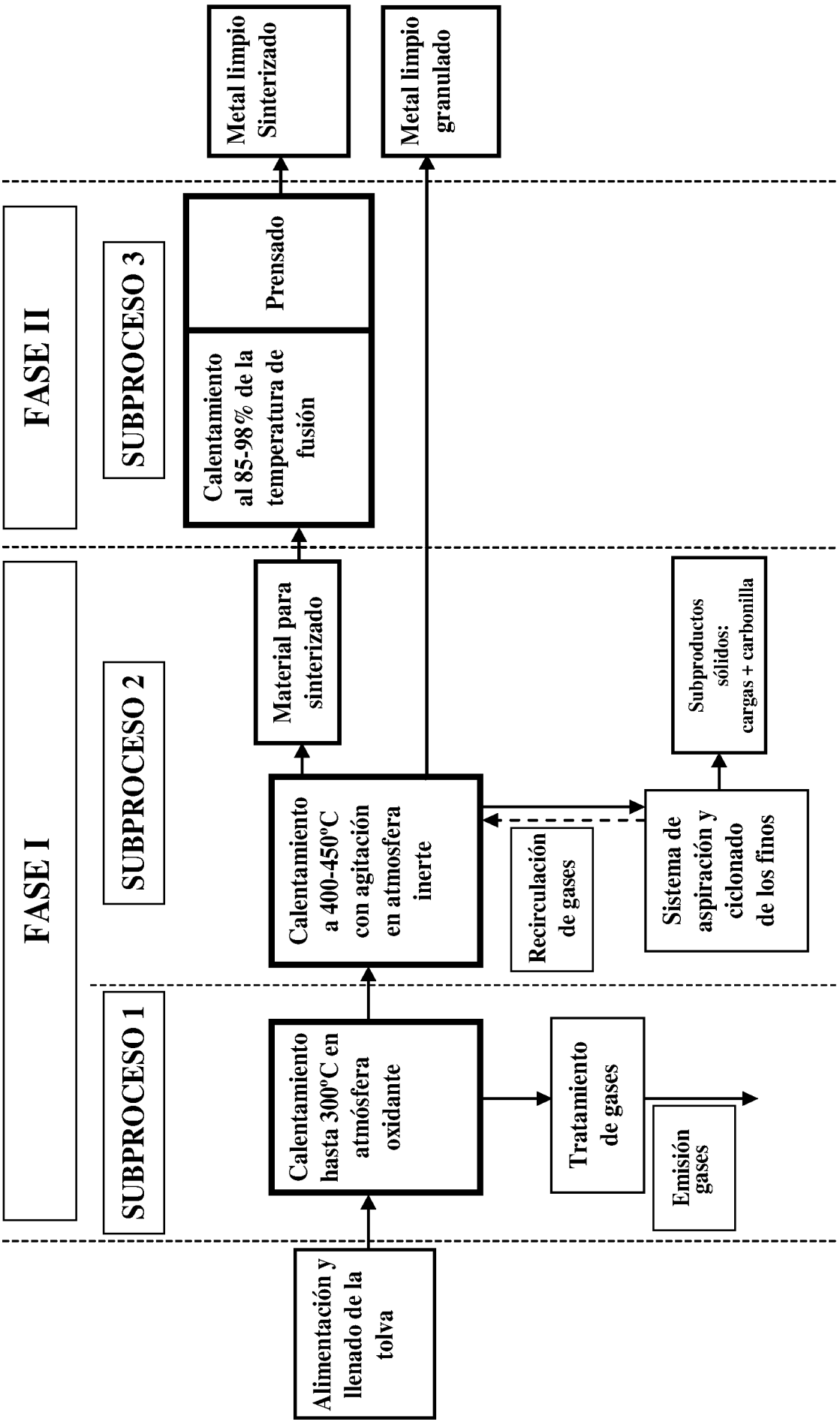
FASE I
FASE II
SUBPROCESO 1
SUBPROCESO 2
SUBPROCESO 3
Alimentación y llenado de la tolva
Calentamiento hasta 300ºC en atmósfera oxidante
Tratamiento de gases
Emisión gases
Calentamiento a 400-450ºC con agitación en atmosfera inerte
Recirculación de gases
Sistema de aspiración y ciclonado de los finos
Subproductos sólidos: cargas + carbonilla
Material para sinterizado
Calentamiento al 85-98% de la temperatura de fusión
Prensado
Metal limpio granulado
Metal limpio Sinterizado

FIG. 1

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional Nº
PCT/ES2013/070814

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
C22B1/00 C22B7/00

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
C22B

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones Nº
A	WO 98/53108 A1 (SEGHERS BETTER TECHNOLOGY GROU [BE]; CRAEN MARC VAN [BE]; VERMEULEN PO) **26 de noviembre de 1998 (26.11.1998)** **todo el documento**	1-4
A	US 5 405 428 A (DUBE GHYSLAIN [CA] ET AL) **11 de abril de 1995 (11.04.1995)** **todo el documento**	1-4
A	EP 0 863 216 A2 (EBARA CORP [JP]) **9 de septiembre de 1998 (09.09.1998)** **todo el documento**	1-4
A	WO 2008/083449 A2 (TSL ENGENHARIA MANUTENCAO E PR [BR]; SZENTE ROBERTO NUNES [BR]; SZENTE) **17 de julio de 2008 (17.07.2008)** **todo el documento**	1-4

☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos

☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
20 de febrero de 2014	04/03/2014
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internaciona: European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Funcionario autorizado: Swiatek, Ryszard
Nº de fax	Nº de teléfono

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional Nº
PCT/ES2013/070814

WO 9853108	A1	26-11-1998	AU	7327398 A	11-12-1998
			WO	9853108 A1	26-11-1998
US 5405428	A	11-04-1995	AT	126835 T	15-09-1995
			AU	651833 B2	04-08-1994
			AU	8098591 A	18-02-1992
			BR	9106661 A	20-04-1993
			CA	2021638 A1	21-01-1992
			DE	69112404 D1	28-09-1995
			DE	69112404 T2	08-02-1996
			EP	0540562 A1	12-05-1993
			ES	2075962 T3	16-10-1995
			JP	H05508687 A	02-12-1993
			NZ	239044 A	26-08-1992
			US	5405428 A	11-04-1995
			WO	9201825 A1	06-02-1992
			ZA	9105696 A	27-05-1992
EP 0863216	A2	09-09-1998	DE	69807961 D1	24-10-2002
			DE	69807961 T2	05-06-2003
			EP	0863216 A2	09-09-1998
WO 2008083449	A2	17-07-2008	AT	548472 T	15-03-2012
			AU	2007260796 A1	24-07-2008
			BR	PI0706854 A2	12-04-2011
			CA	2612598 A1	09-07-2008
			CN	101484595 A	15-07-2009
			EP	1979497 A2	15-10-2008
			ES	2383208 T3	19-06-2012
			JP	5053366 B2	17-10-2012
			JP	2009535204 A	01-10-2009
			KR	20090031341 A	25-03-2009
			WO	2008083449 A2	17-07-2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2013/070814

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C22B1/00 C22B7/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C22B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98/53108 A1 (SEGHERS BETTER TECHNOLOGY GROU [BE]; CRAEN MARC VAN [BE]; VERMEULEN PO) 26 November 1998 (1998-11-26) the whole document	1-4
A	US 5 405 428 A (DUBE GHYSLAIN [CA] ET AL) 11 April 1995 (1995-04-11) the whole document	1-4
A	EP 0 863 216 A2 (EBARA CORP [JP]) 9 September 1998 (1998-09-09) the whole document	1-4
A	WO 2008/083449 A2 (TSL ENGENHARIA MANUTENCAO E PR [BR]; SZENTE ROBERTO NUNES [BR]; SZENTE) 17 July 2008 (2008-07-17) the whole document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 February 2014	04/03/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Swiatek, Ryszard

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/ES2013/070814

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9853108 A1	26-11-1998	AU 7327398 A	11-12-1998
		WO 9853108 A1	26-11-1998
US 5405428 A	11-04-1995	AT 126835 T	15-09-1995
		AU 651833 B2	04-08-1994
		AU 8098591 A	18-02-1992
		BR 9106661 A	20-04-1993
		CA 2021638 A1	21-01-1992
		DE 69112404 D1	28-09-1995
		DE 69112404 T2	08-02-1996
		EP 0540562 A1	12-05-1993
		ES 2075962 T3	16-10-1995
		JP H05508687 A	02-12-1993
		NZ 239044 A	26-08-1992
		US 5405428 A	11-04-1995
		WO 9201825 A1	06-02-1992
		ZA 9105696 A	27-05-1992
EP 0863216 A2	09-09-1998	DE 69807961 D1	24-10-2002
		DE 69807961 T2	05-06-2003
		EP 0863216 A2	09-09-1998
WO 2008083449 A2	17-07-2008	AT 548472 T	15-03-2012
		AU 2007260796 A1	24-07-2008
		BR PI0706854 A2	12-04-2011
		CA 2612598 A1	09-07-2008
		CN 101484595 A	15-07-2009
		EP 1979497 A2	15-10-2008
		ES 2383208 T3	19-06-2012
		JP 5053366 B2	17-10-2012
		JP 2009535204 A	01-10-2009
		KR 20090031341 A	25-03-2009
		WO 2008083449 A2	17-07-2008