

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 501**

51 Int. Cl.:

H01M 6/52 (2006.01)
H01M 10/54 (2006.01)
C21B 13/08 (2006.01)
C21C 5/06 (2006.01)
C21C 7/076 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)
C21C 5/40 (2006.01)
F27B 7/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2016 PCT/FR2016/053652**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2018 WO18100254**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2016 E 16831505 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2022 EP 3549190**

54 Título: **Procedimiento de fusión de pilas y acumuladores portátiles usados y utilización de una instalación para la implementación del procedimiento**

30 Prioridad:

29.11.2016 FR 1661663

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

18.11.2022

73 Titular/es:

**ECO'RING (100.0%)
3 chemin du canal
42110 Chambéon, FR**

72 Inventor/es:

SOKOLOFF, BRUNO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 928 501 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 de fusión de pilas y acumuladores portátiles usados y utilización de una instalación para la implementación del procedimiento

5 La invención concierne a un procedimiento de fusión de pilas usadas de tipo portátil y con electrolito salino o alcalino o Zinc-Aire y de acumuladores de tipo portátil y par electroquímico NiMH (níquel metal-hidruro) y NiCd (Níquel Cadmio) y a una instalación para la implementación de este procedimiento.

10 En Europa, cada año, se ponen en el mercado más de 220.000 toneladas de pilas y acumuladores, de las cuales 160.000 toneladas de pilas alcalinas y salinas. En 2012 se recogieron con el fin de ser recicladas 70.000 toneladas de pilas y acumuladores portátiles. Los flujos recogidos están constituidos principalmente de pilas salinas, alcalinas y de Zinc-Aire, pero también de acumuladores NiMH (aproximadamente 1.000 t/año) y NiCd, del orden de 6.000 t/año.

15 En lo que concierne al flujo principal de las pilas salinas y alcalinas, a las cuales se pueden incorporar los acumuladores NiMH, el procedimiento de reciclaje predominante es la vía mecánica y pirometalúrgica. Las pilas se trituran, y después una separación magnética aísla la fracción metálica, es decir, las carcasas de las pilas, del resto, a saber, una pasta denominada «masa negra» a causa de su color negro, rica en manganeso, zinc, cobre, níquel y carbono. La fracción metálica se aprovecha como «chatarra» por fusión en acería, mientras que la «masa negra» se carga principalmente en hornos Waelz dedicados al enriquecimiento de polvos ricos en zinc. Este procedimiento recupera por tanto el zinc contenido, pero no los elementos manganeso, cobre, níquel, los cuales se pierden como metal en una escoria puesta en descarga y utilizada como relleno. Este procedimiento es objeto de debate, habida cuenta, por una parte, de su baja tasa de reciclaje y, por otra, de la toxicidad de los elementos escorificados, a saber MnO₂, que es neurotóxico y mutagénico para el hombre, y el NiO, considerado como cancerígeno. Se han utilizado otras soluciones pirometalúrgicas, pero las mismas recurren a tecnologías de horno sofisticadas y/o caras en inversión como los hornos eléctricos. Un procedimiento que utiliza un horno eléctrico se describe en el documento EP2687613. El documento EP2687614 describe un horno que utiliza un quemador de oxigas.

20

25 La invención tiene por objetivo proponer un procedimiento y un dispositivo que permita aprovechar las pilas alcalinas, salinas, de zinc-aire y acumuladores de NiMH y NiCd, que no presenten los inconvenientes mencionados.

30 Para conseguir este objetivo, el procedimiento de fusión según la invención se caracteriza por que las pilas o los acumuladores usados se cargan en un reactor en el cual se ha establecido previamente un baño de metal líquido a base de hierro y, encima del baño, una capa de escoria, y por que esta capa de escoria se utiliza como tapón para evitar el contacto directo de las pilas o los acumuladores con el metal líquido y como vector de transferencia térmica así como medio para la reducción de los óxidos metálicos contenidos en las pilas y los acumuladores.

Un método y una utilización según la invención se definen en las reivindicaciones de esta solicitud.

Según una característica de la invención, el procedimiento se caracteriza por que se crea un pie de baño de metal 3 fundiendo piezas metálicas de fundición o de chatarra o de ferromanganeso en una ferroaleación de tipo ferromanganeso carburado FeMnC.

35 Según otra característica de la invención, el procedimiento se caracteriza por que se crea por encima del pie de baño 3 una capa de escoria de al menos 15 cm de grosor, preferentemente del orden de 20 cm a 30 cm, de constituyentes principales CaO-SiO₂-Al₂O₃.

Según otra característica de la invención, el procedimiento se caracteriza por que las pilas, la masa negra o los acumuladores se cargan en la capa de escoria por gravedad.

40 Según otra característica de la invención, el procedimiento se caracteriza por que los constituyentes volátiles tales como el agua o los plásticos o los papeles y cartones o los alquitranes o las sales metálicas volátiles de las pilas o de los acumuladores se gasifican en la capa de escoria.

Según otra característica de la invención, el procedimiento se caracteriza por que la fusión reductora de los constituyentes Fe, Mn, Ni, Co y Zn se desarrolla en la capa de escoria,

45 Según otra característica de la invención, el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que, para asegurar la fusión de las pilas, de la masa negra o de los acumuladores en el reactor de fusión, se realiza con la carga un aporte complementario de oxígeno para que se establezca y se mantenga una temperatura del baño de metal-capa de escoria del orden de 1.400°C.

50 Según otra característica de la invención, el procedimiento se caracteriza por que el conjunto formado por el baño de metal 3 y la capa de escoria se agita por rotación de la cuba del reactor o por inyección de gas.

Según otra característica de la invención, el procedimiento se caracteriza por que el aporte de carbono complementario en forma de carbón, de coque metalúrgico o de carbono de recuperación representa del 10% al 20% del caudal de carga de pilas, de masa negra o de acumuladores.

Según otra característica de la invención, el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que comprende periodos predeterminados de colada de escoria y de metal líquido, y por que la carga de las pilas, de la masa negra o de los acumuladores se efectúa de modo semicontinuo entre los periodos de colada.

5 La instalación de fusión para la implementación del procedimiento se caracteriza por que comprende un reactor de fusión 1 y un sistema de tratamiento de los gases producidos en el reactor durante la fusión, que comprende, conectados en serie, una cámara de postcombustión de los gases 30, un dispositivo de enfriamiento de los gases 35 y un filtro de mangas 38.

10 Según una característica de la invención, la instalación se caracteriza por que el reactor comprende una cuba con refractarios 15, que está provista de un dispositivo 17 de accionamiento de la cuba en rotación alrededor de su eje longitudinal y que es susceptible de girar alrededor de un eje horizontal 26 entre una posición ventajosamente inclinada de fusión y posiciones de colada del metal líquido y de la escoria.

Según otra característica de la invención, la instalación según la reivindicación 12, caracterizada por que comprende una campana 22 de salida de gases en 24 y un dispositivo inyector-quemador 7 y un conducto de carga 11, que atraviesan la campana.

15 Según otra característica de la invención, la instalación comprende quemadores de oxigas, oxifuel u oxicarbono.

La invención se comprenderá mejor y otros objetivos, características, detalles y ventajas de la misma aparecerán con mayor claridad en la descripción explicativa que a continuación se hará con referencia a los dibujos adjuntos dados únicamente a título de ejemplo que ilustra un único modo de realización de la invención y en los cuales:

- 20
- Las figuras 1A y 1B son vistas esquemáticas que ilustran dos etapas del procedimiento de fusión de pilas o de acumuladores según la invención;
 - La figura 2 es una vista sinóptica del procedimiento de fusión según la invención y;
 - La figura 3 es una vista lateral de un reactor de fusión de pilas o de acumuladores según la invención.

25 La invención concierne a un procedimiento y a un sistema de fusión de pilas y/o de acumuladores usados o de material extraído, tal como la masa negra, en un horno de fusión de energía fósil, a saber, carbono, gas o fuel. La composición media de las pilas es aproximadamente 20% de Mn, 20% de Hierro, 10% de Carbono, 20% de Zinc, 1,2% de Cu, 0,2% de Ni, unos cientos de ppm de estaño, 3%-5% de K, 2%-3% de Cl, estando constituido el resto por H₂O, oxígeno y compuestos orgánicos volátiles. La composición media de los acumuladores NiMH es al menos del 18% de Ni, 1% de Co, al menos 15% de Fe, al menos 4% de tierras raras, estando constituido el resto por H₂O y compuestos orgánicos volátiles.

30 A modo de ejemplo, los acumuladores de tipo NiMH podrían comprender 24% de Ni, 2% de Co, 20% de Fe y 6% de tierras raras de tipo «mischmetal» (la mezcla de tipo mischmetal comprende generalmente aproximadamente un 50% de La (Lantano), aproximadamente un 25% Ce (Cerio) y un 100% restante repartido entre los elementos de tierras raras Nd y Pr. La composición química media de los acumuladores de NiCd es al menos un 16% de Ni, al menos un 1% de Co, un 15% al menos de Fe, al menos un 8 % de Cd, estando constituido el resto por H₂O, oxígeno y compuestos orgánicos volátiles. Por ejemplo, los acumuladores podrían contener 20% de Ni, 2% de Co, 20% de Fe y 10% de Cd.

35 Gracias al procedimiento y al sistema que se describirán a continuación, la invención permite aprovechar las pilas alcalinas, salinas, de zinc-aire y los acumuladores NiMH y NiCd, por un procedimiento en el cual la energía es aportada por gas o fuel y carbono, incluido el carbono de las pilas, y que no requiere un tratamiento previo de las pilas y acumuladores usados.

40 Como se muestra en las figuras, la invención propone a tal efecto un procedimiento de fusión de las pilas en un reactor 1 que contiene un baño de metal líquido 3 a base de hierro tal como fundición o ferroaleación carburada de tipo ferromanganeso, que tiene superpuesta una gruesa capa de escoria 5. Esta escoria actúa a la vez como «tapón» que evita el contacto directo de las pilas o los acumuladores cargados, con el metal líquido del baño 3, y como reactor de transferencias térmicas y de reacciones químicas de tipo oxidación-reducción en el cual se desarrolla la energía del carbono y una energía fósil complementaria como gas o fuel. La reducción de los compuestos zincíferos provocará una sublimación del Zn en forma de vapor a su salida de la capa de escoria y este vapor de Zn se transformará en forma de óxido de zinc tan pronto como los humos sean oxidantes, a más tardar después de la cámara postcombustión.

45 El reactor de fusión es, como está representado en las figuras, preferentemente una cuba cilíndrica equipada con un inyector 7 de oxígeno o de aire enriquecido en oxígeno y con un quemador auxiliar de gas y fuel. El inyector y el quemador pueden estar combinados como es el caso en las figuras 1A y 1B. La referencia 9 designa la llama del quemador.

Las pilas o los acumuladores y los aditivos se cargan a través del conducto de carga 11. Las pilas o los acumuladores están indicados por 12.

La figura 3 muestra una versión de realización de un reactor según la invención. Como se indicó anteriormente, el

- reactor comprende una cuba F4 principalmente cilíndrica revestida con refractario indicado por 15 y utilizada en posición de fusión inclinada. La cuba es accionada en rotación por un dispositivo de accionamiento 17 que comprende rodillos 19 movidos por un motor eléctrico 20 y que ruedan sobre pistas anulares 21. La cuba está cerrada en la parte superior por una campana 23 que capta los gases del procedimiento producidos por las reacciones químicas y termodinámicas los cuales salen por un conducto 24. La campana está atravesada por el inyector-quemador 7 y por el conducto 11 de carga de los materiales 12. La cuba es susceptible de girar alrededor del eje horizontal 26 entre su posición de fusión mostrada en la figura 1A en la cual la cuba gira alrededor de su eje longitudinal como se indica por la flecha F2, y en su posición de colada de la escoria de la figura 1B y después de la colada del metal líquido (no representada). La colada está simbolizada por la flecha F2.
- 10 La colada de escoria tiene lugar, por ejemplo, cada 2 a 4 horas durante una parada de 10 a 15 minutos con una colada de la escoria de 5 a 7 minutos. La colada del metal se efectúa por ejemplo cada 8 horas, utilizando sin embargo un dispositivo de retención de una capa tapón de escoria y manteniendo un baño de metal líquido para la fusión de la próxima carga de material que haya que fundir. Esta reserva de metal líquido está indicada en la figura 1B por 27, mientras que el metal suplementario que se ha producido entre dos coladas de escoria está indicado por 28.
- 15 Una característica esencial para el correcto funcionamiento del procedimiento según la invención, además de la presencia de una escoria gruesa 5, es una agitación enérgica del baño de metal 3, que asegure un excelente intercambio entre el metal y la escoria. Esta agitación se puede obtener de dos maneras, ya sea por agitación neumática en el fondo de la cuba, es decir, por inyección continua de un gas inerte, por ejemplo nitrógeno, o por rotación de la cuba, preferentemente en posición inclinada, como muestran las figuras.
- 20 Haciendo referencia a la figura 3, se describirá a continuación, a modo de ejemplo no limitativo, y haciendo referencia a la figura 2, una instalación de fusión de pilas y acumuladores usados y el procedimiento de fusión propuesto por la invención.
- Como se muestra en la figura 3, los gases que salen de la cuba 1 por el conducto de salida 24 llegan en primer lugar a una cámara de postcombustión 30 con temperatura de trabajo de al menos 800 °C en la cual una lanza 32 introduce una cierta cantidad de gas cuya llama está indicada por 33. Los gases que salen de la cámara 30 se someten a un enfriamiento a menos de 300°C en un dispositivo de enfriamiento por agua o un intercambiador de aire 35. Después de pasar por un filtro de mangas 37, los gases salen de la instalación. El polvo se recoge en 38.
- 25 A continuación se indican las cifras de rendimiento típico de la fusión en esta instalación de pilas usadas en una cantidad de 0,75 t/h. Estas pilas de composición 20% Fe, 28% de Mn, 5% de C y 18% de Zn se introducen en el reactor 1 con una cantidad de 0,1 t/h-0,15 t/h de antracita, y del orden de 50 kg de cal-sílice-alúmina. La flecha F3 simboliza esta introducción de pilas y de antracita. Para la fusión de las pilas, se inyecta por el inyector-quemador 7, de 60 Nm³/h a 100 Nm³/h de gas y de 300 Nm³/h a 360 Nm³/h de oxígeno. Se obtienen entonces 0,35 t/h del metal Fe Mn 55 C3 y 0,13 t/h de escoria.
- 30 Para la postcombustión en la cámara de postcombustión 30, que sale del reactor 1, se inyecta en esta cámara una cantidad de 0 a 20 Nm³/h de gas. En la cámara de postcombustión y entre el dispositivo de enfriamiento 35 y el filtro de mangas 37, se introduce aire de dilución en el flujo de humos, como está indicado por las flechas F4 y F5 y/o finas gotas de agua ("spray") como se indica en 35 con el fin de controlar una temperatura del gas inferior a 300°C para la filtración. El filtro de mangas con una capacidad de 10 Nm³/h-15.000 Nm³/h permite retener una cantidad de polvo de 0,3 t/h con un 50% Zn.
- 35 Se darán a continuación las cifras típicas de rendimiento para una fusión de masa negra de una cantidad de 0,5 t/h que tiene la composición siguiente: 30 % de Mn, 20 % de C, 20 % de Zn. Esta cantidad de masa negra se introduce en el reactor con 50 kg/h a 100 kg/h de antracita y un aglutinante a base de CaO. Este material se introduce en la cuba en forma de gránulos llamados pellets. Para la fusión, se inyecta en el reactor una cantidad de 60 Nm³/h-100 Nm³/h de gas, y de 300 Nm³/h a 400 Nm³/h de oxígeno, lo que permite obtener 0,18 t/h de metal Fe Mn, 75 C3 y 0,1 t/h de escoria.
- 40 Para los acumuladores de tipo NiMH, que comprendan del 23 al 27% de Ni, alrededor del 20% de Fe, se procederá en campañas separadas, con el fin de obtener una mejor recuperación y aprovechamiento de los metales de alto valor contenidos (Ni, Co, y tierras raras). En este caso, se formará como base del baño un ferróniquel de composición aproximada FeNi45 con 3 a 4% C, con o sin Co. En efecto, a partir de 1 t de acumuladores de NiMH y las adiciones de carbono y cal necesarias, se obtendrá cerca de 0,5 t de ferróniquel de tipo FeNi45, que comprende aproximadamente 6% de Co y 3% de C y alrededor de 125 kg de escoria que comprende alrededor del 45% de tierras raras de proporción del «mischmetal» (mencionado anteriormente), estando constituido el resto de la escoria por agentes de escoria, principalmente cal. Para los acumuladores de tipo NiMH se obtendrá muy poco polvo, del orden de 20 kg/t.
- 45 Para los acumuladores de tipo NiMH, que comprendan del 23 al 27% de Ni, alrededor del 20% de Fe, se procederá en campañas separadas, con el fin de obtener una mejor recuperación y aprovechamiento de los metales de alto valor contenidos (Ni, Co, y tierras raras). En este caso, se formará como base del baño un ferróniquel de composición aproximada FeNi45 con 3 a 4% C, con o sin Co. En efecto, a partir de 1 t de acumuladores de NiMH y las adiciones de carbono y cal necesarias, se obtendrá cerca de 0,5 t de ferróniquel de tipo FeNi45, que comprende aproximadamente 6% de Co y 3% de C y alrededor de 125 kg de escoria que comprende alrededor del 45% de tierras raras de proporción del «mischmetal» (mencionado anteriormente), estando constituido el resto de la escoria por agentes de escoria, principalmente cal. Para los acumuladores de tipo NiMH se obtendrá muy poco polvo, del orden de 20 kg/t.
- 50 En lo que concierne a los acumuladores de NiCd de composición tipo 20% Ni, 2% Co, 20% Fe, 10% Cd y 5% KOH, se les tratará igualmente en campañas separadas, y se partirá de un pie de baño de ferróniquel de tipo FeNi50, y una escoria de base cal-sílice. A partir de 1 t de acumuladores de NiCd y de las adiciones de antracita y cal (aproximadamente 100 kg) se obtendrán 0,4 t de metal FeNi50, que contiene un 5% de Co, aproximadamente 150 kg de escoria, y de 150 kg a 200 kg de polvo compuesto muy principalmente por óxido CdO.
- 55

ES 2 928 501 T3

Como se ha indicado anteriormente, de acuerdo con la invención, al inicio de una campaña de fusión, antes de la introducción en el reactor de las pilas o los acumuladores que haya que fundir, se crea un pie de baño de fundición 3 o baño de ferromanganeso, del orden de 3 a 4 toneladas, por fusión de pequeños bloques de metal en el quemador de oxigas.

- 5 El baño de metal se lleva a una temperatura de 1400 °C-1450 °C. Al final de la fusión del pie de baño de metal, se forma una capa gruesa de escoria, por ejemplo, de más de 15 cm, preferentemente de 25 cm, a base de cal-alúmina-sílice, lo que representa una adición de 0,8 t a 1 t de mezcla y se ajusta la temperatura al nivel de temperatura deseado del orden de 1.400 °C-1.450 °C.

- 10 La formación de la escoria se realiza por un aporte conjunto de 3 compuestos, a saber, cal, sílice (SiO₂) y alúmina (Al₂O₃) en proporciones elegidas tales que el punto de fusión de la mezcla sea muy inferior a 1.400°C. Por ejemplo, se elige una proporción de CaO/SiO₂/Al₂O₃ de 40/40/20 cuya temperatura de fusión es de orden de 1.300°C.

- 15 Dado que la cal y la alúmina pura son caras, se utilizará ventajosamente una escoria de recuperación, del tipo escoria de cuchara de acería, a la que se le añadirá arena silíceo, por ejemplo procedente de residuos de fundiciones de moldeo con arena y que contenga por ejemplo fenoles para conseguir las proporciones deseadas. La carga de las pilas para la fusión comienza cuando se constituye y se regula en temperatura el pie del baño de metal.

Como se desprende de la descripción que precede, el objetivo de la fusión es fabricar, en el caso de las pilas, un metal de tipo ferromanganeso con un contenido del 35% al 75% Mn, con 1% a 5% de carbono y un óxido de Zinc con un contenido máximo del 40% de Zn;

- 20 En el caso de los acumuladores de NiMH, un metal de tipo ferróniquel que contenga aproximadamente 45% Ni, 1% al 6% Co y una escoria que contenga del 40% al 50% de tierras raras tipo La, Ce, Nd que proviene del «mischmetal» de los acumuladores NiMH;

En el caso de los acumuladores de NiCd, un ferróniquel que contenga aproximadamente un 50 % de Ni, entre un 1 y a un 6 % de Co, una escoria constituida por CaO/SiO₂ y polvo que contenga aproximadamente un 50 % de óxido de cadmio.

- 25 La energía necesaria para la fusión del pie del baño es facilitada por un quemador de oxigas o de oxifuel o de oxicarbono regulado típicamente para el oxigas de 50 Nm³ a 100 Nm³ de gas natural/h, o sea de 0,5 MW a 1 MW de potencia. La relación oxígeno/gas se regula a la estequiometría o en exceso de oxígeno, es decir, próxima a 2 m³ a 2,5 m³ de oxígeno por m³ gas.

- 30 Las pilas se cargan después en modo semicontinuo, al mismo tiempo que se añaden nueces de antracita, coque metalúrgico o carbono de recuperación del 10% al 20% del caudal de pilas, según la cantidad de carbono contenido en las pilas.

- 35 El carbono de las pilas y el de la antracita o coque o carbono de recuperado reduce el óxido de manganeso y forma gas CO/CO₂ que sale del baño, y que se quema con un aporte complementario de oxígeno, según una proporción del orden de 1,5 m³ de oxígeno/kg C. El impulso del o de los chorros de oxígeno se regula de modo que la llama penetre bien en la escoria, pero sin impactar directamente en el baño de metal.

- 40 Los gases CO/CO₂, de combustión o de evaporación de compuestos volátiles tales como agua, papel-cartón, alquitrán, ciertas sales metálicas y vapor de Zn resultantes de las reacciones de la interfaz metal/escoria y de las reacciones químicas y termodinámicas de oxidación-reducción hacen espumar a la escoria y la agita más allá de la agitación resultante de la rotación de la cuba, lo que la hace muy adecuada para absorber el calor desarrollado por el quemador de oxigas y la radiación de las llamas de CO/oxígeno.

El quemador de oxigas u oxifuel u oxicarbono se mantiene entre el 50% y el 100% de su potencia nominal, y se regula de modo que se mantenga la temperatura del baño.

- 45 Una fase de fusión semicontinua dura del orden de 3 a 4 horas, al cabo de las cuales se cuele del horno la cantidad de escoria formada, al tiempo que se mantiene una escoria gruesa en el horno, y después se reanuda la fusión. Después de 2 fases, o sea de 8 horas, se podrá colar tanto la escoria como el metal formado durante estas 8 horas, pero manteniendo el pie de baño inicial.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de fusión por quemador de oxigas u oxifuel u oxicarbono de pilas usadas de tipo alcalino, salino o de zinc-aire o de acumuladores de tipo NiCd o NiMH o de masa negra, caracterizado por que las pilas, los acumuladores usados o la masa negra se cargan en un reactor de fusión (1) en el cual se ha establecido previamente un baño de metal líquido (3) a base de hierro y, encima del baño, una capa de escoria (5), y por que esta capa de escoria se utiliza como tapón para evitar el contacto directo de las pilas o de los acumuladores con el metal líquido del baño (3) y como vector de transferencia térmica así como medio de reducción de los óxidos metálicos contenidos en las pilas y los acumuladores y la masa negra.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se crea un pie de baño líquido (3) fundiendo piezas de fundición, o de chatarra o de ferroaleaciones de tipo ferromanganeso carburado.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado por que, por encima del pie de baño (3), se crea una capa de escoria (5) de un grosor de al menos 15 cm, preferentemente del orden de 20 cm a 30 cm, de constituyentes principales CaO-SiO₂-Al₂O₃.
- 15 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las pilas, la masa negra o los acumuladores se cargan en la capa de escoria.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que los constituyentes volátiles tales como agua o los plásticos o el papel-cartón o los alquitranes o las sales metálicas y el Zn, de las pilas o los acumuladores se gasifican en la capa de escoria y refuerzan su espumado mejorando la eficacia de la transferencia térmica de la llama al baño.
- 20 6. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la fusión reductora de los constituyentes Fe, Mn, Ni, Co y Zn se desarrolla en la capa de escoria.
7. Procedimiento de según una de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que, para asegurar la fusión de las pilas, de la masa negra o de los acumuladores en el reactor de fusión, se realiza con la carga un aporte complementario de oxígeno de modo que se establezca y se mantenga una temperatura del baño de metal-capa de escoria del orden de 1400 °C.
- 25 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el conjunto formado por el baño de metal (3) y la capa de escoria (5) se agita por rotación de la cuba del reactor o por inyección de gas.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que el aporte complementario de carbono en forma de carbón o de coque o de carbono de recuperación presenta del 10 al 20 % del caudal de carga de pilas, de masa negra o de acumuladores.
- 30 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que comprende períodos predeterminados de colada de escoria y de metal líquido, y por que la carga de las pilas, de la masa negra o de los acumuladores se efectúa de modo semicontinua entre los periodos de colada.
- 35 11. Utilización de una instalación de fusión para la implementación del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por que la instalación comprende un reactor de fusión (1) que comprende un baño de metal líquido (3) y encima del baño una capa de escoria (5), y un sistema de tratamiento de los gases producidos en el reactor durante la fusión, que comprende, montados en serie, una cámara de postcombustión (30) de los gases, un dispositivo (35) de enfriamiento de los gases y un filtro de mangas (38).
- 40 12. Utilización según la reivindicación 11, caracterizada por que el reactor comprende una cuba con refractario (15) que está provista de un dispositivo (17) de accionamiento de la cuba en rotación alrededor de su eje longitudinal y que es susceptible de girar alrededor de un eje horizontal (26) entre una posición ventajosamente inclinada de fusión y posiciones de colada del metal líquido y de la escoria.
13. Utilización según la reivindicación 12, caracterizada por que la instalación comprende una campana (22) de salida de los gases (en 24) y un dispositivo inyector-quemador (7) y un conducto de alimentación (11) que atraviesan la campana.
- 45 14. Utilización según la reivindicación 13, caracterizada por que comprende quemadores de oxigas, oxifuel u oxicarbono.

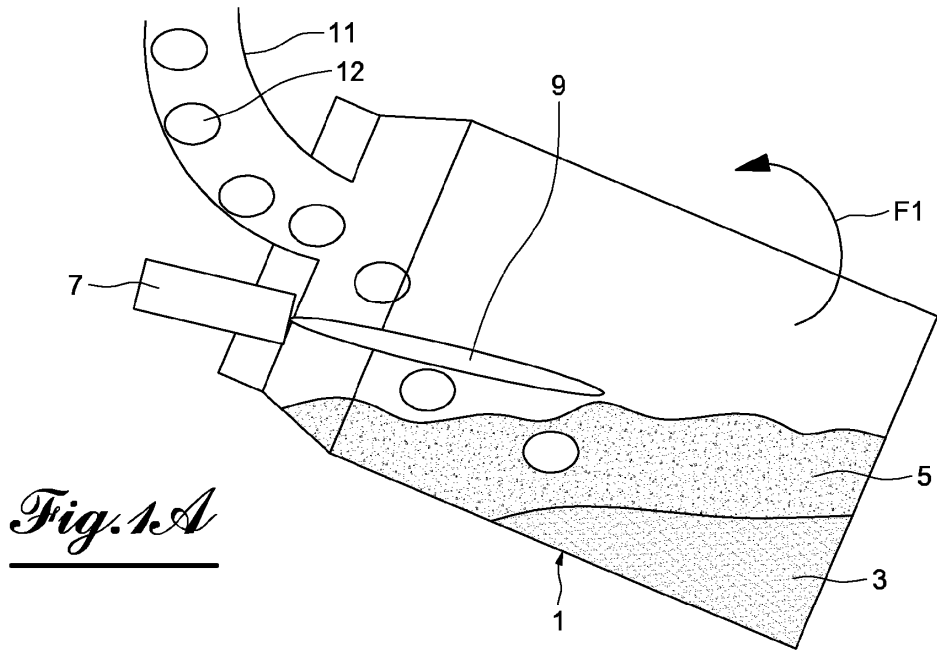


Fig. 1A

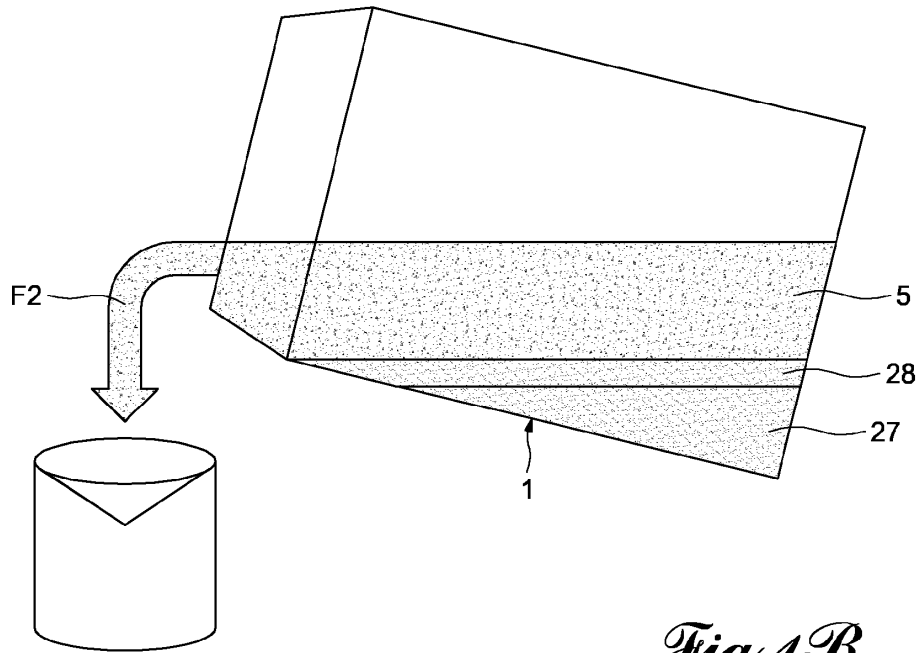


Fig. 1B

Fig.2

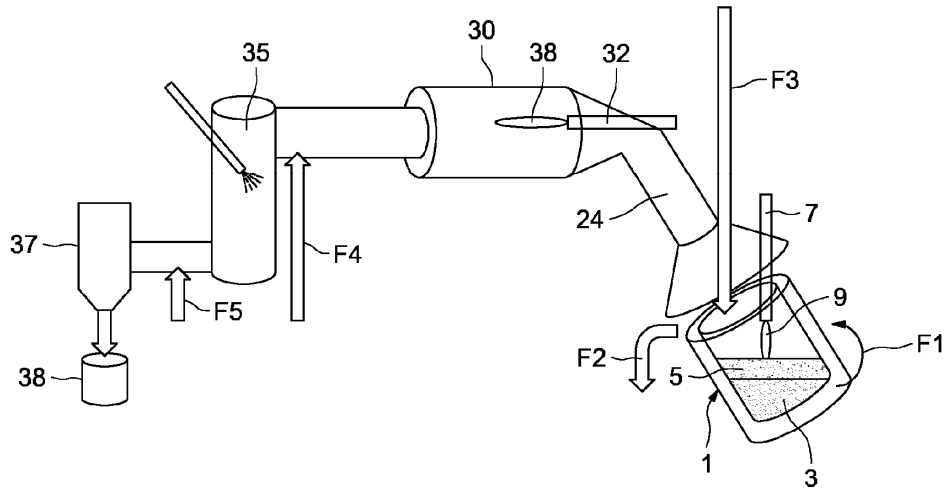


Fig.3

