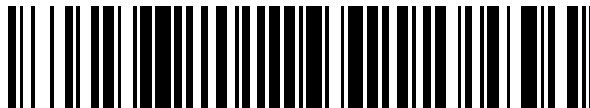


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 956**

51 Int. Cl.:

C03B 5/235 (2006.01)

F27B 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2005** **E 05819410 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 1824793**

54 Título: **Procedimiento de fusión de una composición de materias primas por un quemador en bóveda**

30 Prioridad:

09.12.2004 FR 0452913

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

15.12.2015

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

TSIAVA, RÉMI PIERRE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 553 956 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 una composición de materias primas por un quemador en bóveda

El presente invento se refiere a un procedimiento de fusión de una composición de materias primas con ayuda de un quemador situado en la bóveda de un horno.

5 Numerosos procedimientos industriales comprenden una operación de fusión de materias primas, en particular para elaborar materiales que no existen en el estado natural, o que existen en el estado natural en cantidades insuficientes o con un pequeño nivel de pureza. Metales y aleaciones son así elaborados en metalurgia. Igualmente, vidrios, fritas y esmaltes son producidos industrialmente fundiendo composiciones vitrificables. En particular, las instalaciones industriales de fabricación de vidrio plano, en particular de tipo sodocálcico, comprenden hornos de fusión cuyas capacidades y dimensiones son muy importantes.

En el dominio de la fusión, se llama composición a una mezcla de materias primas cuyas proporciones son determinadas en función del material que se busca obtener. La composición se presenta en general en forma de un polvo sensiblemente homogéneo, casi seco y disgregado.

15 Para obtener un caudal importante de materia fundida, se utiliza un horno de gran capacidad en régimen continuo. La composición es introducida de manera continua en la cuba del horno sobre un primer lado de éste, y la materia fundida es extraída, también de manera continua, sobre un segundo lado del horno, en general opuesto al primer lado. Uno de los mayores desafíos de las instalaciones de este tipo reside en la continuidad y la estabilidad de las condiciones de fusión, de las que resulta, en particular, la homogeneidad de la materia fundida que es obtenida.

20 Un cargador es utilizado para verter la composición en la cuba, por encima del nivel de llenado de ésta, en forma de una cortina de anchura determinada. El flujo de la composición así cargada es sensiblemente constante y está repartido regularmente sobre toda la anchura de carga. Dado que la composición cargada es menos densa que la materia fundida, la composición que es aún pulverulenta se estanca en la superficie del baño de fusión. Se forma así una capa de composición, que flota sobre el baño. Esta capa es empujada lentamente en dirección aguas abajo del horno por el flujo permanente de composición que continua siendo vertido.

25 Cuando la capa de composición llega a un lugar de la cuba donde la temperatura es suficientemente elevada, la composición contenida en la capa se funde según un frente bien definido. Este frente de fusión, comúnmente llamado talud, es el límite de la capa de composición. De manera general, la forma y la orientación del frente de fusión resultan de mecanismos complejos que son poco o mal controlados. La convección del líquido en fusión en el interior del baño y las corrientes gaseosas por encima del baño forman parte de estos mecanismos.

30 Un calentamiento por combustión es a menudo utilizado para tales hornos. Para ello, uno o varios quemadores son dispuestos por encima de la cuba del horno. La estabilidad de las condiciones de fusión depende entonces de manera crítica de numerosos parámetros, tales como la disposición de los quemadores, su número, la proporción entre el combustible y el comburente utilizados, la distancia entre la o las llamas del o de los quemadores y el nivel de llenado de la cuba, etc.

35 Cuando un quemador de un tipo descrito en una de las solicitudes de patentes europeas 1 319 150, 0 546 238, o 0 748 981 es utilizado, se obtiene una llama estrecha. Cuando ésta es dirigida hacia la capa de composición, se obtiene un frente de fusión en una zona limitada de impacto de la llama. En régimen permanente de funcionamiento del horno, el frente de fusión de la capa de composición presenta entonces una forma en V abierta en dirección de aguas abajo del horno. Porciones distintas de composición son por tanto fundidas en lugares del horno correspondientes a niveles diferentes de avance según la dirección de carga, lo que provoca diferencias de condiciones de fusión de la composición. Además, trozos o terrones de composición se desploman o derrumban aleatoriamente sobre el frente de composición, cayendo de un solo golpe en el baño de materia fundida. El talud es entonces erosionado irregularmente, lo que engendra desplazamientos incontrolados del frente de fusión. El funcionamiento del horno es entonces inestable.

45 Es posible disponer, perpendicularmente a la dirección de carga, varios quemadores idénticos al precedente para empujar el conjunto del frente de fusión en una parte aguas arriba del horno. El número de quemadores utilizados hace tal solución cara y difícil de poner en práctica, en particular a causa de la frecuencia de las intervenciones de mantenimiento de los quemadores que son entonces necesarios.

50 Un propósito del presente invento consiste por tanto en proponer un procedimiento de fusión que no presente los inconvenientes citados anteriormente, o para el que estos inconvenientes sean reducidos.

Para ello, el invento propone un procedimiento de fusión de una composición de materias primas que comprende las operaciones siguientes:

55 - introducir la composición en un horno según una dirección de carga paralela a un eje central longitudinal del horno, repartiendo la composición de manera sensiblemente continua y regular sobre una anchura de carga determinada, a fin de formar una capa de composición sobre la superficie del baño de fusión, y

- disponer un quemador de oxcombustión por encima del baño de fusión, estando dirigido el quemador hacia la capa de composición, de manera que cree un frente de fusión de la composición presente en la capa.

El procedimiento comprende además un ajuste de parámetros del quemador, efectuado de manera que:

- el quemador produzca una llama plana que tiene una sección transversal alargada horizontalmente,
- 5 - el plano que contiene una sección longitudinal de la llama y una dirección horizontal perpendicular al eje del horno corta el frente de fusión de la composición a una altura comprendida entre la tercera parte y la mitad del grosor de la capa de composición, a partir de la superficie del baño de fusión, y corta la superficie del baño de fusión según una recta perpendicular al eje del horno; y
- 10 - la llama produce una transferencia térmica en el frente de fusión de la composición esencialmente por radiación.

Así, en un procedimiento según el invento, los parámetros del quemador son ajustados de manera que se obtenga una llama grande y que cubra dirigida hacia el frente de fusión. Además, dado que la transferencia térmica de la llama al frente de fusión de la composición es esencialmente realizada por radiación, esta transferencia tiene lugar en una parte importante de la anchura del horno al nivel del frente de fusión. El frente de fusión presenta entonces una gran porción rectilínea orientada perpendicularmente al eje longitudinal del horno.

Una parte principal de la composición es así fundida a un mismo nivel de avance en el horno, según el eje longitudinal de éste. Además, las condiciones de fusión son sensiblemente idénticas para porciones de composición situadas en lugares diferentes de la parte rectilínea del frente de fusión. La composición es entonces fundida de manera continua y regular, en condiciones particularmente estables. En particular, no se produce ningún desplome brutal de trozos de composición sobre la parte rectilínea del frente de fusión.

Esta estabilidad resulta también del hecho de que la forma y la orientación del frente de fusión son fijadas por la naturaleza de la llama generada por el quemador. La configuración del frente de fusión no depende más que débilmente de fenómenos incontrolados tales como la convección de la materia líquida contenida en la cuba del horno, o bien tales como las corrientes gaseosas provocadas por la llama justo por encima de la capa de composición. Las condiciones de fusión de la composición son entonces bien controladas.

Una ventaja de un procedimiento según el invento reside en el hecho de que los parámetros de un solo quemador definen la naturaleza de la llama y así la configuración del frente de fusión sobre una distancia importante perpendicularmente al eje longitudinal del horno. Un único quemador es suficiente para fijar la configuración de una gran porción del frente de fusión, lo que hace el procedimiento fácil de poner en práctica. Además, el número reducido de quemadores necesarios para calentar el conjunto del horno hace el procedimiento particularmente económico, a la vez en lo que se refiere a la inversión inicial como en lo que se refiere a las intervenciones de mantenimiento durante la explotación del horno.

De preferencia, los parámetros del quemador son ajustados de forma que una extremidad longitudinal de la llama no toque el frente de fusión de la composición. La llama es entonces corta y la proporción de la transferencia térmica que se efectúa en forma de radiación con relación a la transferencia térmica total de la llama es aún aumentada. La porción rectilínea del frente de fusión es así aún mayor.

Los inventores han observado que cuando los parámetros del quemador son ajustados según el invento, el quemador produce una llama particularmente poco impulsiva. Se entiende por llama poco impulsiva una llama mantenida por una inyección de fluidos entre los cuales figuran el combustible y un gas que comprende oxígeno, que transmite una cantidad de movimiento total limitado a dichos fluidos. Esta cantidad de movimiento depende en particular de los parámetros geométricos y de funcionamiento del quemador.

Otras particularidades y ventajas del presente invento aparecerán en la descripción siguiente de un ejemplo de puesta en práctica no limitativo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La fig. 1 ilustra un horno en el que es puesto en práctica un procedimiento de fusión según el invento; y

45 La fig. 2 representa una sección del horno de la fig. 1.

Por razones de claridad, las dimensiones de los dispositivos representados en las figuras no están en proporción con dimensiones reales. En particular, dimensiones medidas sobre estas figuras que están asociadas a direcciones reales distintas no son transpuestas según una misma relación de escala. Además, referencias idénticas utilizadas en las dos figuras designan elementos idénticos.

50 Conforme a la fig. 1, un horno 100 comprende una cuba 101, paredes laterales 102 y una estructura de cobertura 103, llamada bóveda. Este puede ser, a título de ejemplo, un horno de producción de vidrio.

La composición de materias primas es cargada por una abertura horizontal 104 practicada en una de las paredes 102, sobre una longitud L. Es vertida en el horno en forma de una cortina 1 sensiblemente continua y extendiéndose

sobre la longitud L. L es llamada anchura de carga.

La composición fundida forma un baño de líquido 4 contenido en la cuba 101. Un vertedero 105 está previsto en la pared del horno opuesta a la abertura 104, por el que la materia fundida fluye en forma de un flujo continuo de salida 5.

5 La materia contenida en el horno 100 se desplaza globalmente a partir de la abertura de carga 104 hacia el vertedero 105, según la dirección D, llamada dirección de carga. La superficie del líquido de fusión 4 está descubierta en una parte aguas abajo del horno 100, y está recubierta en una parte aguas arriba del horno 100 por una capa de composición aún sólida 2, que flota por encima del líquido de fusión. Entre estas dos partes, la capa 2 presenta un límite neto 3, al nivel del cual la composición contenida en la capa 2 funde y se transforma en líquido que entra en el baño de fusión 4. El límite 3 de la capa 2 es el frente de fusión de la composición.

10 En la fig. 1, X-X designa el eje longitudinal central del horno 100. Es horizontal. La cuba 101 tiene una base rectangular y el eje X-X corta la anchura L_r del horno 100 en un punto situado en medio de ésta. P designa el plano vertical que comprende el eje X-X.

15 Un procedimiento según el invento utiliza un quemador de oxicomustión 10. De manera conocida, tal quemador produce una llama a partir de una inyección de combustible, líquido o gaseoso, y de una inyección de comburente constituido por un gas que comprende al menos un 60% de oxígeno en volumen. De preferencia el gas oxigenado comprende al menos un 90% de oxígeno en volumen. Tal quemador de oxicomustión es relativamente poco voluminoso y ligero, por comparación con un quemador de aire. Ello hace su instalación en un horno particularmente fácil. En particular, el quemador 10 puede estar dispuesto a través de los agujeros 106 perforados en la bóveda 103 por encima del baño de fusión. Unos conductos 13 atraviesan los agujeros 106 para alimentar el quemador 10 con gas oxigenado y con combustible. Gracias a las dimensiones reducidas y al poco peso del quemador 10, no es necesario prever una abertura en la bóveda 103 para el paso de los conductos 13. La concepción y la realización de la bóveda 103 resultan así facilitadas.

20 El quemador 10 está dispuesto en el plano P. Está dirigido hacia la capa de composición 2, de manera que produzca uno o varios chorros 11 de combustible y de gas oxigenado, repartidos a cada lado del plano P. Para ello, el quemador 10 puede ser inclinado con relación a una dirección vertical, denominada H en la fig. 1 y orientada hacia abajo. α designa el ángulo entre una dirección media F de salida de los chorros producidos por el quemador 10 y la dirección H, α está preferiblemente comprendido entre 30 y 75 grados, y más particularmente entre 45 y 65 grados. En la fig. 1, la referencia 12 designa la llama producida por el quemador 10.

25 El quemador 10 puede ser de un modelo tal como se ha descrito en la patente Norteamericana 6 068 468. Tal quemador posee varios orificios de salida de combustible, así como varios orificios de salida del gas oxigenado. Está particularmente adaptado para obtener una llama ancha y que cubre.

30 Eligiendo convenientemente la regulación del quemador 10, es adoptado un modo principal de transferencia de la energía térmica producida por la llama 12, que procede por radiación. De preferencia, al menos el 60% de la transferencia térmica generada por la llama 12 procede por radiación. Una parte particularmente grande del baño de fusión recibe entonces el calor producido por la llama 12. Cuando el quemador 10 así regulado es dirigido hacia la capa de composición 2, el frente de fusión 3 es situado en la zona de impacto térmico de la llama 12. Dado que esta zona de impacto es ancha, el frente de fusión 3 presenta una gran porción rectilínea y perpendicular al eje X-X, en una parte del horno situada enfrente del quemador 10. En la fig. 1 d es la longitud de esta porción rectilínea del frente 3.

35 Al estar el quemador 10 dispuesto de manera centrada con relación a la anchura del horno 100, el frente de fusión 3 presenta una configuración simétrica con relación al plano P. De esta manera, la capa de composición 2 es fundida de la misma manera a los dos lados del horno 100 con relación al plano P.

40 A fin de favorecer aún un modo de calentamiento por radiación en vez de por convección, el quemador 10 puede ser regulado además para generar una llama 12 que es corta y luminosa. Por ello, la llama 12 es poco impulsiva y presenta una zona rica en combustible. La utilización de un quemador 10 de oxígeno, en vez de un quemador de aire, es particularmente apropiada para obtener tales condiciones de combustión. La temperatura es entonces particularmente elevada en la zona rica en combustible, y la transferencia térmica hacia la carga del horno se produce esencialmente por radiación. La transferencia térmica entre la llama y la capa de composición se produce por tanto con una distancia de alejamiento de la llama con relación a la capa, lo que hace más fácil la obtención de un frente de fusión que tiene una gran porción rectilínea.

45 Algunos de los parámetros del quemador 10 que son ajustados para poner en práctica un procedimiento de fusión según el invento pueden ser elegidos entre números, dimensiones, posiciones e inclinaciones de orificios de inyección de fluidos en el horno 100, incluyendo dichos fluidos un combustible y un gas que comprende oxígeno. Así, el quemador de oxicomustión descrito en la publicación EP-A1-0 754 912 conviene particularmente a la puesta en práctica del procedimiento según el invento.

50 Para obtener una llama 12 poco impulsiva, algunos de los parámetros del quemador 10 son ajustados de manera

que los fluidos inyectados en el horno 100 por el quemador presenten una cantidad de movimiento total comprendida entre 0,58 N y 5 N. De preferencia, la cantidad de movimiento total de estos fluidos está comprendida entre 1,2 N y 2,5 N.

5 La fig. 2 es una sección del horno 100 en el plano P que muestra más precisamente los parámetros geométricos del quemador 10 y de la llama 12. La llama 12 es de forma aplastada y repartida de manera simétrica a una y otra parte del plano P. F corresponde a la dirección de la llama 12 en el plano P. El eje Z-Z, que pasa por el quemador 10 y paralelo a la dirección F, corta el frente de fusión 3 en el plano P en el punto referenciado A. A está situado a una altura, medida a partir de la superficie del líquido fundido 4, comprendida entre la tercera parte y la mitad del grosor e de la capa de composición 2. w es la distancia entre la extremidad de la llama 12 y el frente de fusión 3. w no es nula, de manera que la llama 12 no toca la capa de composición 2.

El plano inclinado que comprende el eje Z-Z y una dirección horizontal perpendicular al plano P contiene una sección longitudinal de la llama 12. Corta la superficie del baño de fusión 4 según una recta perpendicular al eje X-X que pasa por el punto B.

15 Cuando un régimen de fusión estable es establecido, la relación siguiente une la potencia de calentamiento P entregada por la llama 12 a las características de la capa 2:

$$P = \Delta H \times \rho^2 \times V$$

20 donde ΔH designa la entalpía media de fusión de la composición, ρ designa la masa volumétrica de la composición en la capa 2 y V es la velocidad de carga. Es por tanto posible ajustar la potencia P del quemador 10 en función del trazado deseado en el pico de vertido 105. Los consumos de oxígeno y de combustible pueden así ser reducidos a valores justo suficientes para fundir una cantidad de composición correspondiente al trazado. A título de ejemplo, es posible inyectar 10 Nm³/h de gas natural para 20 Nm³/h de oxígeno por el quemador 10, para una carga de 12 kg/h de composición para la fabricación de vidrio.

25 Según un perfeccionamiento de un procedimiento según el invento, la posición de avance del frente de fusión 3 en la superficie del baño de fusión 4, según el eje X-X, puede ser también utilizada como criterio de ajuste de algunos de los parámetros del quemador 10. En particular, el caudal de combustible, el caudal del gas que comprende oxígeno, una presión de inyección del combustible, una presión de inyección del gas que comprende el oxígeno, así como el ángulo α pueden ser ajustados de esta manera.

30 Eventualmente el procedimiento puede comprender además una instalación de un sistema de detección de la posición de avance del frente de fusión 3 según el eje X-X. Algunos de los parámetros del quemador pueden entonces ser subordinados a la posición de avance del frente de fusión que es detectada.

A título de ejemplo, el sistema de detección de la posición de avance del frente de fusión 3 puede comprender un láser (no representado). Una vez que el haz del láser es cortado o alterado por un desplazamiento del frente de fusión 3, una señal de retroacción es enviada a una unidad de control automático de los parámetros del quemador 10, de manera que corrija algunos de los parámetros para compensar el desplazamiento del frente 3.

35 Parecerá que un procedimiento de fusión según el invento presenta múltiples ventajas, entre las cuales se pueden recordar o citar las siguientes:

- el procedimiento proporciona condiciones de fusión particularmente estables;
- puede ser puesto en práctica en hornos de gran capacidad;
- el montaje del quemador es simple y no necesita más que pocas modificaciones de la bóveda del horno;
- 40 - los coste de equipamiento y de mantenimiento del horno son reducidos;
- los consumos de combustible y de oxígeno son reducidos;
- la materia fundida que es extraída del horno es bien homogénea;
- la llama dirigida contra el frente de fusión constituye una pantalla que impide que polvos de composición salidos de la capa se propaguen hacia aguas abajo del horno, al exterior del horno y por la chimenea;
- 45 - el procedimiento es flexible y puede ser adaptado simplemente cuando composiciones diferentes son sucesivamente fundidas en un mismo horno. Los parámetros del quemador son solamente ajustados para cada composición, de manera que restituya una forma rectilínea del frente de fusión. Eventualmente, pueden también ser ajustados de manera que desplacen el frente de fusión según la dirección de carga hasta una posición adaptada para cada composición; y
- 50 - el procedimiento puede ser fácilmente automatizado.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fusión de una composición de materias primas que comprende las operaciones siguientes:
 - 5 - introducir la composición en un horno (100) según una dirección de carga (D) paralela a un eje central longitudinal del horno (X-X), repartiendo la composición de manera sensiblemente continua y regular sobre una anchura de carga determinada (L), a fin de formar una capa de composición (2) sobre la superficie del baño de fusión (4), y
 - disponer un quemador de oxicomustión (10) por encima del baño de fusión (4), estando dirigido el quemador hacia la capa de composición (2), de manera que cree un frente de fusión (3) de la composición presente en la capa,
- 10 comprendiendo el procedimiento además un ajuste de parámetros del quemador (10), efectuado de manera que:
 - el quemador produzca una llama (12) plana que tiene una sección transversal alargada horizontalmente,
 - el plano que contiene una sección longitudinal de la llama y una dirección horizontal perpendicular al eje del horno (X-X) corta el frente de fusión de la composición (3) a una altura (h) comprendida entre la tercera parte y la mitad del grosor de la capa de composición (e), a partir de la superficie del baño de fusión (4), y
 - 15 - corta la superficie del baño de fusión (4) según una recta perpendicular al eje del horno (X-X); y
 - la llama (12) produce una transferencia térmica al frente de fusión de la composición (13) esencialmente por radiación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, según el cual los parámetros del quemador (10) son ajustados de manera que una extremidad longitudinal de la llama (12) no toca el frente de fusión de la composición (3).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, según el cual el quemador (10) está dispuesto en un plano vertical que comprende el eje central longitudinal del horno (X-X).
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según el cual el quemador (10) está inclinado con relación a una dirección vertical (H).
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 4, según el cual el quemador (10) está inclinado hacia abajo según un ángulo (α) comprendido entre 45 y 65 grados con relación a la dirección vertical (H).
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según el cual el quemador (10) está dispuesto a través de los agujeros (106) perforados en una estructura de bóveda (103) por encima del baño de fusión (4).
- 30 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según el cual, algunos de los parámetros del quemador (10) son ajustados de manera que los fluidos inyectados en el horno (100) por el quemador presenten una cantidad de movimiento total comprendida entre 0,58 N y 5 N.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según el cual algunos de los parámetros del quemador (10) son ajustados en función de una posición de avance del frente de fusión (3) según el eje del horno (X-X).
- 35 9. Procedimiento según la reivindicación 8, según el cual los parámetros del quemador (10) ajustados en función de la posición de avance del frente de fusión (3) son elegidos entre un caudal de combustible, un caudal de gas que comprende oxígeno, una presión de inyección del combustible, una presión de inyección del gas que comprende oxígeno, y un ángulo (α) de inclinación del quemador (10) con relación a una dirección vertical (H).
- 40 10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, que comprende además una instalación de un sistema de detección de la posición de avance del frente de fusión (3) según el eje del horno (X-X) y según el cual algunos de los parámetros del quemador (10) están subordinados a la posición de avance del frente de fusión detectada.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, según el cual el sistema de detección de la posición de avance del frente de fusión (3) comprende un láser.
- 45 12. Procedimiento de fusión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, utilizado para la producción de vidrio.

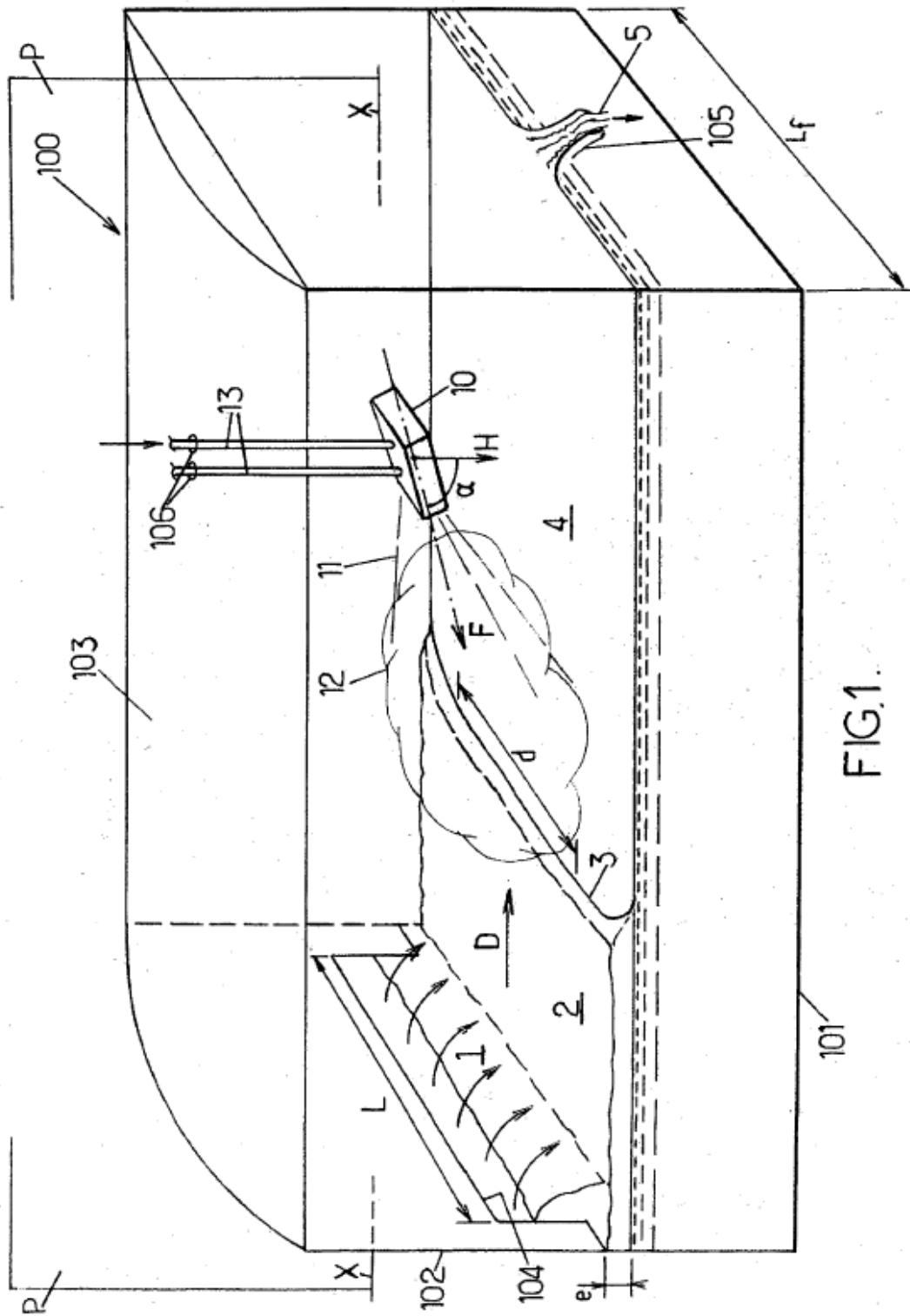


FIG.2.

