

433140

PATENTE DE INVENCION

MI-10 (5062)

Int. Cl. F 27B 1/24

## Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en aparatos para enfriar lechos permeables a los gases de partículas sólidas descendentes.

.....

*Solicitante:* MIDREX CORPORATION, entidad norteamericana, residente en One NCNB Plaza, Charlotte, North Carolina 28280, EE.UU. de A.

.....

La presente invención se refiere a un aparato para enfriar partículas permeables a los gases y mas particularmente a un aparato para enfriar un lecho de partículas sólidas que fluyen hacia abajo a través de una tolba convergente.

- La invención se aplica particularmente a los hornos del tipo de eje vertical que reducen directamente el óxido de hierro en óxido metálico y emplean un trayecto de refrigeración en la porción inferior del mismo para enfriar las partículas metálicas y por consiguiente se describirá con referencia particular a dicho dispositivo. No obstante, cualquiera entendido en la técnica comprenderá que la invención tiene aplicaciones más amplias, y puede aplicarse como medio para refrigerar cualquier lecho móvil de partículas sólidas permeables a los gases.
- 5.
10. Se ha comprobado que los hornos de eje vertical que emplean los principio del gas a contracorriente son especialmente apropiados para el tratamiento térmico de mineral de hierro en pastillas, calibrado o de forma irregular, tanto si el mineral se temple en bolas de óxido en un horno de oxidación o se reduce directamente de las bolas de óxido en hierro metálico en un horno de reducción. Con ambos tipos de horno, es conveniente enfriar las bolas antes de descargarlas a la atmósfera. El enfriamiento es especialmente crítico en un horno de reducción directa porque el hierro metálico (Fe) se encuentra en estado muy activo a su temperatura relativamente elevada de reducción, generalmente de  $704^{\circ}$  a  $815^{\circ}$ . Si las bolas o pastillas de hierro metálico no se enfrían a fondo a unos  $51^{\circ}\text{C}$ , tienden a adquirir una naturaleza críticamente pirofórica cuando se exponen al aire a la temperatura ambiente.
- 15.
- 20.
25. Para disminuir esta tendencia, se han empleado

- varias disposiciones de refrigeración en la porción del trayecto de refrigeración de dichos hornos. Estas porciones de los trayectos de refrigeración pueden ser consideradas como unas tolvas de descarga que convergen en una sección de cuello para asegurar una velocidad exacta de descenso de las bolas a través del horno. Una disposición conocida comprende simplemente un cono hueco vertical, dirigiéndose el gas de refrigeración al interior del mismo. Esta disposición se ha mostrado generalmente poco satisfactoria porque el gas de refrigeración simplemente no puede atravesar una cantidad suficiente de bolas dentro del lecho para enfriar adecuadamente el mismo. Otro posible intento dirigido a proporcionar cantidad suficiente de gas de refrigeración al lecho consistía en aplicar una serie de tubos de gas de refrigeración en disposición axialmente separada a través de la pared de la tolva convergente. Esta disposición tampoco es satisfactoria debido a que las partículas que se mueven rápidamente en el centro de la tolva no reciben cantidades suficientes de gas de refrigeración que se dirige fundamentalmente a las partículas que se mueven más lentamente junto a las paredes convergentes de la tolva. En un intento por eliminar estas dificultades se conoce el empleo de un distribuidor de gas que se extiende hacia abajo en una forma convergente al interior de la tolva y que tiene en lugares separados axialmente a lo largo del mismo unos
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

5. orificios de descarga a través de los cuales se introduce el gas de refrigeración en el lecho. Aunque este aparato mejora la refrigeración porque el gas de refrigeración se introducía adyacente a la parte de movimiento más rápido del lecho en varios lugares, el diseño del mecanismo era tal que la mayor parte del gas de refrigeración salía por los orificios superiores del distribuidor lo cual disminuía correspondientemente la eficacia del gas de refrigeración en las porciones inferiores del distribuidor.
10. Un objeto de la presente invención es pues el de proporcionar un aparato para enfriar un lecho que fluye hacia abajo de partículas permeables a los gases en una tolva con vergente, introduciendo corrientes de gas de refrigeración junto a las zonas de flujo más rápido de las partículas, dentro del lecho, para proporcionar una utilización mejorada del gas de refrigeración.
15. Este objeto, junto con otras características de la presente invención se alcanza proporcionando un distribuidor de gas de configuración especial dentro de una tolva convergente a través de la cual desciende un lecho de partículas sólidas permeables a los gases. El distribuidor de gas se extiende hacia abajo en forma convergente dentro del lecho e incluye una serie predeterminada de orificios de descarga del gas separados periféricamente alrededor del
20. distribuidor en filas que están axialmente separadas a lo
- 25.

largo del mismo. El número de orificios y por lo tanto la superficie neta de descarga asociada con cada fila está dimensionado como función de la posición de las filas dentro del lecho para asegurar, al menos, unas velocidades de descarga aproximadamente iguales del gas de refrigeración por cada fila de orificios de descarga. Esta configuración asegura que las partículas de movimiento más rápido en el centro del lecho descendente están sometidas a varias corrientes de gas de refrigeración cuando descienden por el distribuidor para asegurar una refrigeración eficaz de todo el lecho.

Según otra característica de la invención, la forma convergente del distribuidor de gas comprende una serie de unidades escalonadas para gas de tamaño sucesivamente más pequeño una encajada dentro de la otra. Cada unidad comprende una pared lateral continua que tiene un extremo superior en el que se forma una brida de soporte que se extiende hacia fuera. La brida de soporte de cualquier unidad dada está colocada a una distancia determinada dentro de la pared lateral de la siguiente unidad mayor que se encuentra inmediatamente por encima. De ésta forma, el extremo inferior de la pared lateral de cada unidad de gas comprende un borde de ataque para definir un labio superpuesto que rodea la porción de pared lateral superior de la unidad menor colocada directamente debajo. Este borde de ataque impide que

las partículas fluyan en el interior de los orificios de descarga que están separados estrechamente junto al extremo superior de cada pared lateral. En caso de que las partículas entren en el distribuidor de gas, se impide el bloqueo por una salida dispuesta como una abertura en la pared de extremo de la unidad de gas más pequeña en el fondo del distribuidor. Esta abertura aumenta la zona neta de descarga de la citada unidad de gas, ya que la zona de descarga, sin la abertura en la pared de extremo, podría no ser suficiente para establecer una corriente adecuada de flujo de gas de refrigeración a través de la misma debido al pequeño tamaño de dicha unidad.

5.

10.

15.

20.

25.

Así pues, otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un aparato para refrigerar un lecho que fluya hacia abajo de partículas permeables a los gases con una serie de orificios de descarga del gas separados axialmente que se protegen de manera que se impida su bloqueo.

La invención podrá tomar forma física en ciertas partes y disposiciones de las partes, una de cuyas realizaciones se describe con detalle en la presente invención y se ilustra en los dibujos adjuntos que forman parte de la misma y en los que:

La figura 1 es una vista en sección y alzada de un horno de eje vertical que emplea el aparato de refrigeración de la presente invención;

la figura 2 es una vista mayor enalzada, y en sección, del aparato de refrigeración representado en la figura 1; y

5. la figura 3 es una vista en sección transversal del aparato de refrigeración, tomada siguiendo la línea 3-3 de la figura 2.

10. Con referencia ahora a los dibujos en los que se representa una forma preferida de la invención únicamente a efectos de ilustración y no con el fin de limitar la misma, en la figura 1 se representa un horno de eje vertical. 10 forrado con refractarios, que tiene una sección de trayecto de refrigeración 12 en el fondo del mismo y un aparato de refrigeración 13 dispuesto dentro del trayecto de refrigeración 12 para enfriar un lecho descendente de partículas sólidas permeable a los gases 14, denominadas en la presente invención bolas de óxido de hierro, mineral a granel o calibrado.

15. El horno de eje 10 vá equipado con una tolva de alimentación 16 en la parte superior del mismo por donde se introducen bolas procedentes de una fuente 18. Un tubo de alimentación de bolas 20 proporciona las bolas al horno de reducción 10 en donde se establece una primera parte cilíndrica debajo del tangente 21 por el ángulo de reposo de las bolas dentro del horno. El fondo del horno 10 se define por la sección de cuello 22 que entra en la sección del

trayecto de refrigeración 12, Separada por encima de la sección de cuello 22 se encuentra una disposición de busa y tobera 25 que recibe el gas reductor caliente, representado con las flechas 26, procedente de un tubo de admisión de gas 28 que a su vez va conectado a una fuente de gas reductor 29. El gas reductor se introduce radialmente hacia dentro en el horno de eje por una serie de orificios de pared 30 en la disposición de busa y tobera 25 y el gas reductor fluye verticalmente hacia arriba a contracorriente del lecho descendente 14. El gas reductor reaccionado sale del lecho 14 en el nivel de carga 21 y de aquí a través de un tubo de salida 32.

Las bolas calientes, reducidas ahora en hierro metálico por el gas reductor, fluyen hacia abajo hasta la sección de trayecto de refrigeración 12 a través del cuello 22 para establecer un segundo nivel de carga 33 dentro del trayecto de refrigeración 12. El trayecto de refrigeración 12 puede considerarse adecuadamente como una tolva de descarga formada en parte por una pared externa cerrada alrededor de una periferia predeterminada para definir una forma convergente. Esta forma convergente se muestra aquí como una porción de pared troncocónica 35 que se encuentra dispuesta entre una porción circular de cuello 36 en el fondo del trayecto de refrigeración y una porción mayor de pared circular 37 que define una zona de retención de las bolas en la

parte superior del trayecto de refrigeración. La velocidad de descenso por gravedad del lecho 14 de las bolas dentro del trayecto de refrigeración 12, el horno 10 y la tolva de alimentación 16, se controla por medio de un conjunto apropiado de correa de alimentación 38 colocado debajo del cuello del trayecto de refrigeración 36 y accionado por un motor 39.

El aparato de refrigeración 13 dentro del trayecto de refrigeración 12 comprende generalmente un mecanismo de soporte 40 que se extiende a través de la pared c troncocónica 35 y es soportado por ella, y a su vez soporta un distribuidor de gas 42 que pende hacia abajo desde el mismo y se encuentra centrado en la línea central vertical 43 de la pared c troncocónica 35 que coincide con la línea central del trayecto de refrigeración 12 y del horno 10. Desde el distribuidor 42 se dirige un gas de refrigeración a presión indicado por las flechas 45 al lecho 14 de la forma que se explicará más adelante, y abandona el lecho en el nivel de la carga 33, después de lo cual sale de la pata de refrigeración como gas relativamente caliente a través del tubo de salida 46 adyacente al nivel de la carga 33. El gas de refrigeración calentado o apagado se limpia y enfría a continuación en una depuradora apropiada 47 y se pone a presión en un compresor 49 antes de ser introducido en el aparato de refrigeración 13 para formar un circuito cerrado

de refrigeración.

Con referencia a las figuras 2 y 3, se representa el mecanismo de soporte 40 que comprende una busa 50 que se extiende circunferencialmente alrededor de una porción troncocónica de pared 35 y una unidad central de descarga 52 colocada en el centro geométrico de la busa 50. La unidad central de descarga 52 va soportada por 4 tubos de alimentación de forma de diamante 53 separados entre sí  $90^{\circ}$  y que se extienden radialmente hacia dentro en dirección al centro de la busa 50 y a través de la porción de pared troncocónica 35, que a su vez soporta todo el mecanismo de soporte 40, Como puede verse mejor en la figura 2, la unidad central de descarga está definida por una pared lateral troncocónica 55 que se encuentra abierta en su extremo interior 56 y cerrada en su extremo superior por una pared superior 57. El gas de refrigeración entra en la busa 50 a través de unas conexiones adecuadas (no representadas) y sale de la busa a través de unos tubos de alimentación 53 hasta la unidad central de descarga 52, saliendo del fondo de la misma hasta el distribuidor de gas 42.

Descrito en general, el distribuidor de gas 42 se extiende hacia abajo hasta el trayecto de refrigeración 12 en una forma convergente caracterizada por un número predeterminado de orificios de descarga del gas separados periféricamente 60 dispuestos en filas axialmente separadas 81 a

- lo largo del distribuidor. Más particularmente, cada fila de orificios 61 se contiene dentro de una unidad de descarga de gas 63. Cada orificio de descarga 60 se representa aquí de igual tamaño y el número de orificios que constituye una fila dada 61 define una zona neta de descarga para esa fila. Para obtener un resultado óptimo de refrigeración, es conveniente que la superficie neta de descarga aumente progresivamente para filas separadas progresivamente desde la parte superior del distribuidor de gas 42. En la práctica, el tamaño del distribuidor de gas 42 puede limitar la superficie neta de descarga de las filas más inferiores, en cuyo caso es conveniente mantener la superficie de dichas filas lo más iguales posibles a la de las filas superiores.

- Estructuralmente, las unidades de descarga de gas 63, identificadas específicamente como 63a a 63f, con sus partes correspondientes identificadas con letras similares cuando sea aplicable, se encajan entre sí y se extienden en una disposición escalonada que se hace de tamaño progresivamente menor desde la unidad superior 63a hasta la unidad inferior de gas 63f. Cada unidad de gas 63 se representa de manera que comprenda una pared lateral de extremo abierto que se extiende periféricamente 67. En la parte superior de cada pared lateral se forma una brida de soporte 68 que se extiende hacia afuera. Cada brida de soporte 68 de cada

- unidad de gas 63 se encuentra colocada dentro de la pared lateral 67 de dicha unidad de gas, fijada a la misma e inmediatamente por encima de ella. La pared lateral 67 de cada unidad de gas se extiende pues por debajo de la brida de soporte 68 de la unidad inferior siguiente para definir un
5. labio saliente 69 que circunscribe y protege la porción superior de la pared lateral 67 de cada unidad de gas. Cada labio saliente 69 forma pues una línea de nivel de carga 70 en cada unidad de gas 63 para impedir que las bolas ataquen
10. el distribuidor 42 entrando en los orificios de salida 60 que es importante que estén separados junto al extremo superior de cada pared lateral de salida de gas 67 y de ese modo protegidos por el labio saliente 69. En caso de que algunas bolas entren en el distribuidor 42, la abertura 72
15. situada en una pared de extremo 73 en el fondo de la pared lateral de la unidad más pequeña de gas 63f proporciona una salida a través del distribuidor. La abertura 72 se incluye en la superficie neta de descarga de la unidad de gas 63f. El distribuidor 42 está igualmente conectado a la
20. unidad central de descarga 52 del mecanismo de soporte 40 por la brida de soporte 68a de la mayor unidad de gas, encontrándose encajado dentro de la pared lateral troncoconica 55 de manera similar a la que las demás unidades de gas 63 están conectadas entre sí.
25. . Tal como se describe, unacorrientes de gas de re-

frigeración saldrán de cada unidad de salida de gas 63 para enfriar eficazmente el lecho 14 de bolas cuando pasa hacia abajo por el distribuidor 42. La refrigeración del lecho ocurre porque el distribuidor 42 está optimizado en su diseño de acuerdo con las consideraciones geométricas que intervienen en el paso de un lecho móvil de bolas a través de una zona convergente. Esto quiere decir que las consideraciones conocidas del flujo de las bolas establecen que las bolas dentro del lecho en la línea central 43 del trayecto de refrigeración o tolva 12 se moverán a mayor rapidez que las restantes bolas dentro del lecho, teniendo las bolas que están junto a la pared exterior troncoconica 35 de la menor velocidad de todas las bolas dentro del lecho, y ocurriendo un gradiente de velocidad a través del lecho con lo que puede determinarse en consecuencia la velocidad de las demás bolas. Dado que el distribuidor 42 introduce el gas de refrigeración junto a las bolas que se mueven con mayor rapidez dentro del lecho, estas bolas son las que resultan envueltas inicialmente por el gas mientras este último conserva su mayor poder de refrigeración. A medida que el gas de refrigeración pasa radialmente y hacia fuera a través del lecho, pierde su poder de refrigeración, pero las bolas que se mueven con mayor lentitud quedan expuestas al gas refrigerante durante un mayor periodo de tiempo para compensar en consecuencia esta pérdida.

Se ha comprobado, especialmente en las secciones del trayecto de refrigeración de hornos de eje que reducen directamente el mineral de hierro en hierro metálico, que la introducción de sólo una corriente de gas de refrigeración en la sección del trayecto de refrigeración 12 no enfriará suficientemente las bolas que pasan a través del trayecto de refrigeración. Además, se ha podido comprobar que proporcionando una serie de orificios de descarga en lugares separados axialmente a lo largo del distribuidor no da como resultado una refrigeración óptima del lecho debido a las condiciones de presión estática de caída dentro del lecho. Es decir, el gradiente de presión entre el nivel de carga 33 y el punto de descarga en la corriente de refrigeración es mínimo en la unidad de gas más superior 63a y por consiguiente tiende a salir una cantidad desproporcionada de gas de refrigeración por la unidad superior de gas, estableciéndose también el recorrido más corto de flujo a través del lecho. De acuerdo con la presente invención, el gradiente de presión queda neutralizado en efecto a través del lecho por el número de orificios de descarga del gas 60 dispuestos dentro de cada fila 61 en el distribuidor 42. Más particularmente, se ha comprobado que si la superficie neta de todos los orificios de descarga para cada unidad de gas se hiciera al menos igual y a ser posible progresivamente superior para las unidades más pequeñas de gas, se suminis-

trarian cantidades suficientes de gas de refrigeración en cada unidad de gas para enfriar eficazmente el lecho de bolas cuando este último pasa por el distribuidor 42. El distribuidor 42 se caracteriza pues por estar colocado en toda su longitud muy cerca de las partículas que se mueven a mayor rapidez dentro del lecho descendente y por tener una serie de orificios de descarga separados perifericamente 60 y dispuestos en filas separadas axialmente 61, teniendo cada fila una superficie neta de descarga definida por sus orificios que están dimensionados con relación a las superficies de las demás filas para producir cantidades suficiente de gas que abandona cada fila para una refrigeración eficaz del lecho de partículas.

El mecanismo de refrigeración se ha representado aplicado a la sección del trayecto de refrigeración de un horno de eje únicamente a fines de ilustración. Se habrá visto con claridad por la anterior descripción que este mecanismo de refrigeración debe aplicarse a cualquier lecho móvil de partículas sólidas permeables a los gases calentadas por medios distintos de un horno de eje.

La esencia de la presente invención es pues la de proporcionar una tolva de descarga a través de la cual pasa un lecho móvil de partículas, un aparato de refrigeración que utiliza una serie de superficies de descarga dimensionadas enmutua relación de manera que se asegure una plurali-

dad de corriente efectivas de gas refrigerante que salen por ellas para enfriar eficazmente el lecho móvil de partículas en la tolva de descarga.

5.

N O T A

10.

15.

20.

25.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el nº. 428.146 de 26 de Diciembre de 1973, acogándose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN APARATOS PARA ENFRIAR LECHOS PERMEABLES A LOS GASES DE PARTICULAR SOLIDAS DESCENDENTES; caracterizándose por lo siguiente:

1.- Perfeccionamientos en aparatos para refrigerar lechos permeables a los gases de partículas sólidas descendentes, caracterizados porque se dota a cada aparato de una porción de pared que se extiende axialmente, cerrada alrededor de una periferia predeterminada para definir un cuerpo

- huevo que converge hacia el extremo inferior, medios para introducir las partículas en el cuerpo y retirarlas por el fondo del mismo, medios de refrigeración dentro del cuerpo para introducir un gas refrigerante a presión y a contracorriente en relación con el lecho descendente, incluyendo los
5. medios de refrigeración, medios de soporte que se extiendan dentro de la porción de pared y que llevan el gas de refrigeración, y un distribuidor de gas fijado a los medios de soporte y que recibe de ellos el gas de refrigeración, extendiéndose el distribuidor en forma convergente hacia abajo al
10. interior del cuerpo y teniendo un número predeterminado de orificios de descarga del gas separados periféricamente y dispuestos en filas separadas axialmente a lo largo de su longitud con lo que el distribuidor introduce el gas refrigerante en las partículas a flujos predeterminados en el sentido de su longitud.
- 15.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la superficie total de los orificios de descarga en cualquier fila dada se dimensiona según la presión del lecho junto a la fila.

20.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la forma convergente que se extiende hacia abajo del distribuidor, se encuentra definida por una serie de unidades de descarga de gas escalonadas y de tamaño suficientemente menor, estando cada unidad encajada dentro

25.

de una unidad adyacente de gas separada verticalmente por encima de ella, y conteniendo cada unidad una fila del número predeterminado de orificios de descarga del gas separados periféricamente.

5.                   4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque cada unidad de gas incluye una pared lateral que tiene un extremo superior e inferior, una brida de soporte que se extiende hacia fuera desde el extremo superior y la serie de orificios de descarga colocados junto al extremo superior, y la brida de soporte de cada unidad colocada dentro de la pared lateral de una unidad adyacente, extendiéndose cada pared lateral de cada unidad hacia abajo más allá de cada brida de soporte de una unidad adyacente, colocada de éste modo, de manera que defina un labio saliente que protege los orificios de una unidad de gas que se encuentra inmediatamente debajo.
- 10.
- 15.

- 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque la unidad de gas de menor tamaño tiene una pared de extremo que se extiende desde el fondo de la pared lateral del mismo, teniendo la pared de fondo un orificio de descarga del gas que se extiende a través de la misma.
- 20.

- 6.- Perfeccionamientos en aparatos para enfriar lechos permeables a los gases de partículas sólidas descendentes, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente.
- 25.

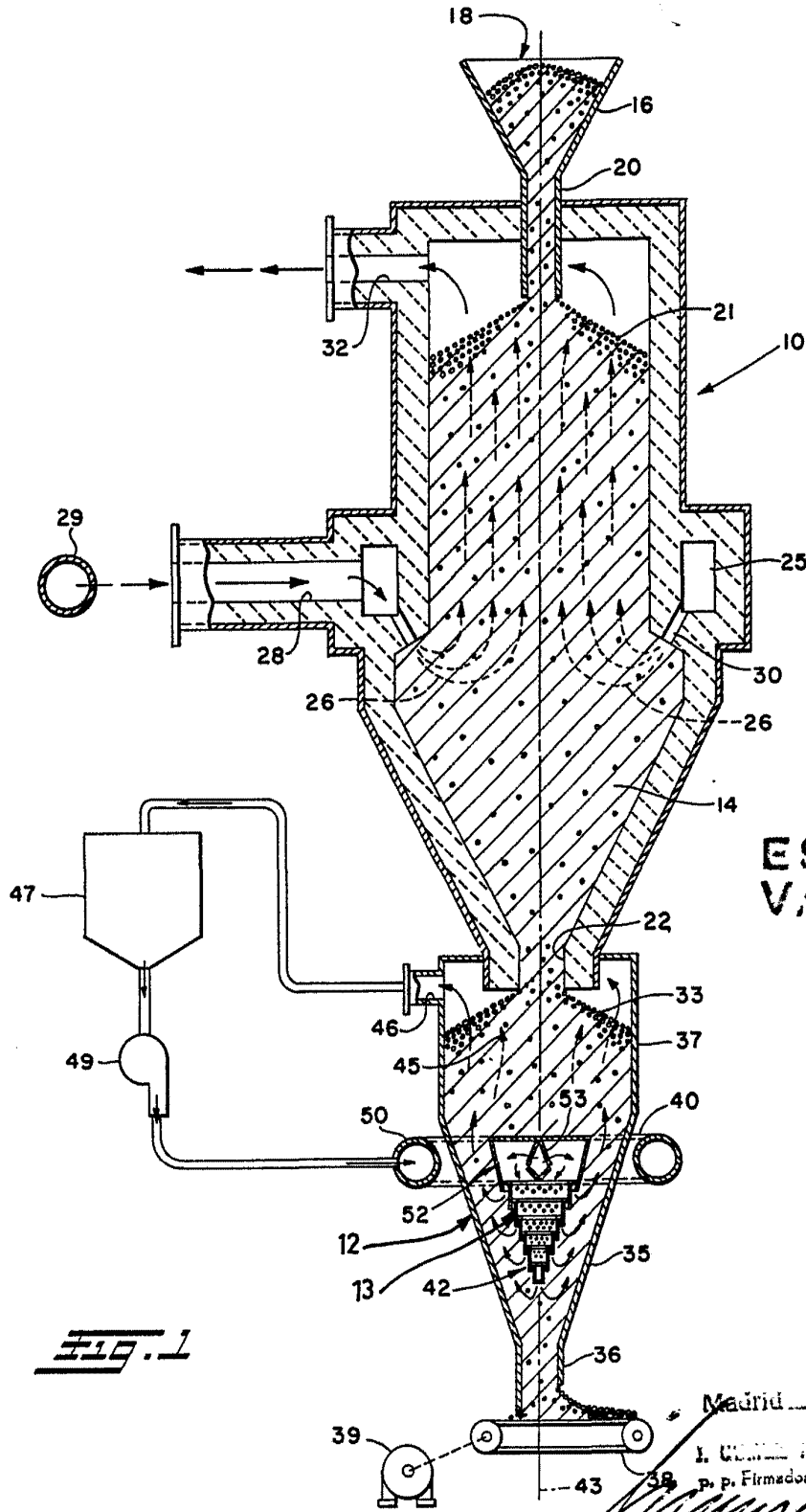
te Memoria y en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 18 DIC. 1974

MIDREX CORPORATION.

AGUIRRE Y CAJAL  
Ingenieros de Minas  
*[Handwritten Signature]*



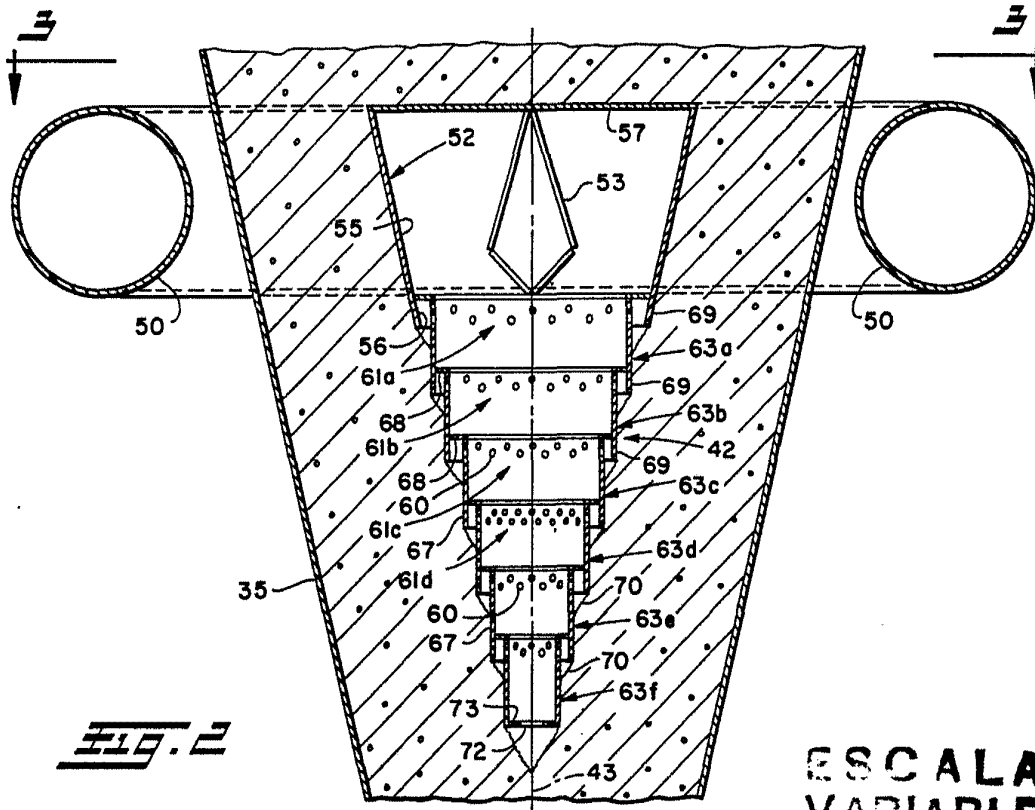
ESCALA  
VARIABLE

FIG. 1

19 DIC. 1974

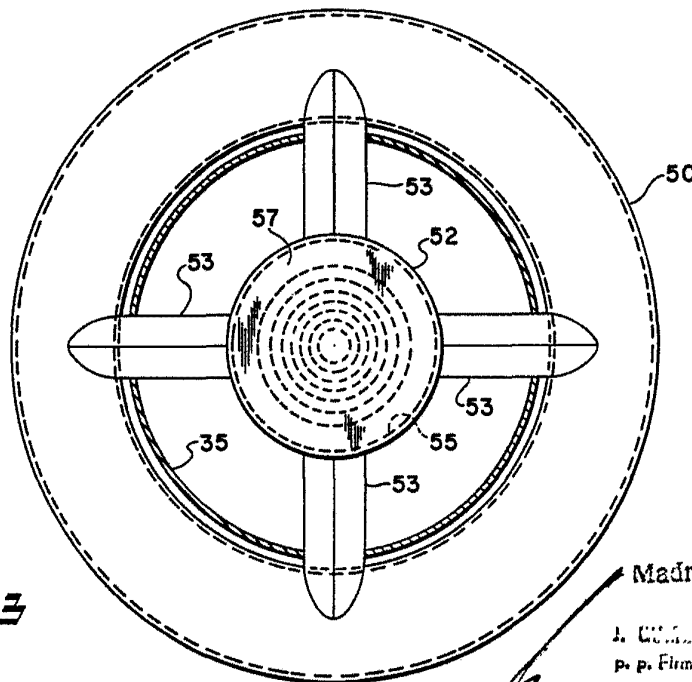
Madrid

L. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ  
p. p. Firmador L. Gascó Fernández



**FIG. 2**

**ESCALA  
VARIABLE**



**FIG. 3**

19 DIC 1974

Madrid

J. GARCÍA...  
p. p. Firmador La Gaceta Ferrous

*[Handwritten signature]*