

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

5 DIC. 1978 ES

NUMERO
469.236
FECHA DE PRESENTACION
27-Abril-1.978

A1

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

A1 469.236 790101 C 21 B 13/08

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
P 27 19 422.5	30-4-77	R.F.A.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21B	

64 TITULO DE LA INVENCION
"PROCEDIMIENTO PARA LA REDUCCION DIRECTA DE MATERIALES QUE CONTIENEN OXIDOS DE HIERRO".

71 SOLICITANTE (S)
METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT (A-No.: 6405)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Reuterweg 14, 6 Frankfurt am Main, República Federal Alemana

72 INVENTOR (ES)
Dr. Gerhard Reuter, Dr. Wolfram Schnabel y Dr. Harry Serbent.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
/DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-68.712)

La invención se refiere a un procedimiento para la reducción directa de materiales que contienen óxidos de hierro, para formar esponja de hierro en un horno tubular giratorio por medio de agentes reductores sólidos que contienen carbono con un elevado contenido de componentes combustibles volátiles, introduciéndose gases que contienen oxígeno por medio de tubos de envolvente en cantidad regulada en el espacio libre del horno y conduciéndose la carga a través del horno tubular giratorio en contracorriente con la dirección de corriente de la atmósfera del horno.

En la reducción de minerales de hierro en un horno tubular giratorio se carga en éste una mezcla de mineral y agentes reductores que recorre el horno conforme a la inclinación y rotación en contracorriente a la dirección de corriente de la atmósfera del horno. Como agentes reductores pueden emplearse en este caso prácticamente todos los portadores de energía sólidos que contienen carbono, desde la antracita y menudo de coque hasta lignito y hulla.

Los agentes reductores sólidos que contienen carbono, que entran en consideración, contienen sin embargo la mayor parte de las veces porciones de componentes combustibles, volátiles, que por ejemplo en el caso de lignitos y hullas constituyen una proporción esencial del contenido de energía. En el modo de trabajo hasta ahora usual la mayor parte de estos componentes volátiles combustibles, al calentar la carga, pasan inmediatamente desde la superficie de la carga que absorbe el calor al espacio de gas del horno tubular giratorio. Aquí puede quemarse totalmen

-te una parte de estos componentes, para cuyo fin se introduce aire por medio de tubos de envolvente distribuidos sobre la longitud del horno. En este caso con tamaño creciente del horno existe el peligro de que aparezcan en el espacio libre del horno solicitaciones del espacio de caldeo
5 incontroladamente elevadas en el espacio libre del horno, por lo cual se producen en la superficie de la carga y en las paredes del horno sobrecalentamientos, que conducen a la formación perturbadora de incrustaciones. El contenido
10 de energía de los componentes volátiles puede manifestarse en beneficio de la carga en este caso sólo por el rodeo a través del espacio libre del horno. La elevada oferta de calor a la carga conduce en virtud de la limitada capacidad de absorción de calor de la superficie de carga movida a
15 una acumulación de calor, que produce una gasificación del carbón que se encuentra sobre la superficie de la carga. Debido a esto disminuye la oferta de agente reductor sólido para la subsiguiente realización de la degradación de oxígeno en la reducción y aumenta el consumo de energía global,
20 ya que el carbono que falta debe ser reemplazado por la correspondiente carga suplementaria de carbón de nueva aportación. Tal como se ha comprobado, debido a esta gasificación indeseada, hasta 20 % de la cantidad de carbono cargada puede perderse prácticamente sin ser utilizado.

25 En lugar de emplear tubos de envolvente para la introducción de aire en el espacio libre del horno sobre la carga es sabido también insuflar en el horno tubular giratorio gases por medio de ladrillos de tobera, cuyas aberturas de salida están en el plano de la superficie interna del revestimiento refractario o un poco sobre él.

5 A partir de la memoria de patente de los Estados Unidos 31 82 980 es sabido insuflar en la carga por medio de ladrillos de tobera hidrocarburos en la zona de reducción y gases oxidantes, por medio de ladrillos de tobera, distribuidos por la longitud del horno tubular rotativo, en el espacio libre del horno tubular giratorio. El mismo principio se describe en la DT-OS 21 46 133, indicándose la temperatura del comienzo de la zona de reducción de por lo menos aproximadamente 975°C.

10 A partir de la DT-AS 10 32 550 es sabido insuflar aire o gases reductores en la carga, si ésta se encuentra ya calentada a la temperatura de reducción de 600 hasta 1000°C.

15 A partir de la DT-AS 22 39 605 es sabido insuflar aire por medio de ladrillos de tobera en la carga y en el espacio libre del horno, cargándose en el horno tubular giratorio nódulos previamente calentados.

20 A estos procedimientos es común el hecho de que no se indica ninguna medida en lo que se refiere a los problemas del calentamiento de la carga en un horno tubular giratorio.

25 A partir de la DT-OS 22 41 168 es sabido insuflar gases que contienen oxígeno desde el extremo de descarga del horno tubular giratorio con elevada velocidad de corriente aproximadamente en sentido paralelo al eje longitudinal del horno, y reemplazar de esta manera el empleo de tubos de envolvente. Como una medida adicional, una parte de los gases que contienen oxígeno requeridos puede insuflarse a continuación del extremo de carga hasta una longitud de aproximadamente una cuarta parte del horno tubular

giratorio, por medio de ladrillos de tobera en la carga, en el espacio de gas libre o en ambos, con lo cual se consigue una reducción de la zona de calentamiento mediante una muy buena distribución de la oferta de oxígeno. Este modo de trabajo tiene ventajas especialmente para hornos tubulares giratorios más pequeños, ya que en tales hornos tubulares giratorios se mejoran las condiciones de corriente por la desaparición de los tubos de envolvente. En el caso de grandes hornos tubulares giratorios la influencia de los tubos de envolvente sobre las condiciones de corriente en el horno es esencialmente menor. Además, en tales hornos la posibilidad de la insuflación de aire desde el extremo de descarga linda con sus límites debido al largo camino de insuflación y debido a las condiciones técnicas de corriente. La insuflación de gases que contienen oxígeno en la zona de calentamiento por medio de ladrillos de tobera sólo a través de la carga haría necesarios relativamente muchos ladrillos de tobera, lo que conduce a una debilitación de la construcción del horno y a un elevado gasto para la distribución. En caso contrario existe el peligro de elevadas pérdidas de polvo por causa de las elevadas velocidades de insuflación a través de la carga, y el peligro de insuflación en frío local y sobrecalentamiento local. Una insuflación de gases que contienen oxígeno por medio de ladrillos de tobera en el espacio de gas proporciona un peor mezclado de los gases, un constante cambio de temperatura, una combustión incontrolada y un sobrecalentamiento en el revestimiento refractario.

A la invención le incumbe la misión de acelerar el calentamiento de la carga en el horno tubular giratorio

en el caso de emplearse agentes reductores sólidos que contienen carbono, de aprovechar en este caso ampliamente en el horno los componentes volátiles combustibles y de obtener condiciones óptimas del horno.

5 La resolución de esta misión se efectúa, según la invención, insuflando en el sector de la zona de calentamiento, que empieza con la aparición de partículas inflamables de los agentes reductores sólidos y termina delante de la zona de reducción, gases que contienen oxígeno por medio de ladrillos de tobera, en cantidades reguladas en la carga que se encuentra sobre ladrillos de tobera, e insuflando en cantidad regulada en el espacio libre del horno de la zona de calentamiento gases que contienen oxígeno por medio de tubos de envolvente.

15 La primera aparición de partículas inflamables del agente reductor se efectúa en la parte inferior de la superficie rodante de la carga. Durante la rodadura hacia abajo de las partículas individuales sobre la superficie del lecho rodante, las partículas son calentadas por los gases de horno calientes y a una distancia determinada respecto del extremo de la carga, poco antes de la introducción en el lecho rodante, alcanzan por primera vez la temperatura de inflamación. En este lugar se insuflan a continuación en la carga por primera vez gases que contienen oxígeno por medio de ladrillos de tobera. De este modo se consigue que las partículas inflamables e inflamadas del agente reductor en su introducción en el interior más frío del lecho rodante no se enfríen nuevamente por debajo de la temperatura de inflamación, sino que continúen quemándose en el interior del lecho rodante. La combustión, que

se desarrolla ahora dentro de la carga, produce a la manera de una reacción en cadena la liberación de componentes combustibles volátiles adicionales y abarca en poco tiempo toda la sección transversal de la carga. El contenido de calor de los componentes combustibles volátiles se aprovecha ahora totalmente para la carga y se aumenta considerablemente la superficie de intercambio de calor disponible para la transmisión de calor. En distancias determinadas de aproximadamente 2,5 hasta 3,5 m están dispuestas a continuación en el sector de la zona de calentamiento ladrillos de tobera adicionales. Estas distancias bastan generalmente para poder insuflar suficiente oxígeno en el lecho, sin debilitar la construcción del horno. Los ladrillos de tobera están dispuestos distribuidos en cada uno de los lugares de insuflación en forma anular a determinadas distancias en dirección radial sobre el perímetro del horno, ascendiendo las distancias sobre el perímetro generalmente asimismo a 2,5 hasta 3,5 m. Por medio de mecanismos de control se cargan en cada caso con gases que contienen oxígeno, solamente los ladrillos de tobera de cada uno de los anillos que se encuentran debajo de la carga. Como gases que contienen oxígeno se emplea generalmente aire. Por la expresión "ladrillos de tobera" se han de entender dispositivos para introducción de gas, que atraviesan la pared del horno y el revestimiento refractario del horno tubular giratorio y cuyas aberturas de salida están en el plano de la superficie interna del revestimiento refractario o un poco por encima y por debajo de él. Los ladrillos de tobera pueden constar de materiales cerámicos o metálicos. La introducción de gases que contienen oxígeno en el espacio libre

del horno en la zona de calentamiento y también en la zona de reducción se efectúa por medio de tubos de envolvente. Los tubos de envolvente están dispuestos en sentido radial distribuidos sobre la longitud del horno tubular giratorio. Sus orificios de salida están aproximadamente en el centro de la sección transversal del horno y están dispuestos paralelamente al eje longitudinal del horno. Los orificios de salida no son cubiertos por consiguiente por la carga, de manera tal que por cada lugar de insuflación solo es necesario en cada caso un tubo de envolvente.

Es también posible añadir a los gases que contienen oxígeno, insuflados por medio de los ladrillos de tobera, sustancias combustibles, tales como por ejemplo gas de horno de coque, gas de refinería, gas natural o petróleo. De este modo puede adelantarse o acelerarse el proceso de inflamación. Las sustancias combustibles añadidas pueden desempeñar también en este caso en parte la función de los componentes volátiles combustibles del agente reductor sólido, si es menor su contenido de estos materiales.

Además es posible cargar en el horno cascarilla de laminación que contiene aceite y utilizar sus componentes de aceite como componentes volátiles combustibles para el calentamiento.

Una forma de realización preferida de la invención consiste en que el sector de la zona de calentamiento empieza con una temperatura del agente reductor de aproximadamente 300°C y termina con una temperatura de la carga de 800 hasta 950°C. La temperatura inferior del agente reductor se mide - tal como se ha descrito precedentemente - en la parte inferior de la superficie del lecho rodante,

5 - formado por la carga, es decir poco antes de la introducción de las partículas en el lecho rodante. La temperatura superior es la temperatura media de todo el lecho rodante de la carga, ya que a esta temperatura ya ha tenido lugar un amplio equilibrio de temperatura en el lecho rodante. Mediante la elección de este margen de temperatura se asegura especialmente que en el margen inferior no se efectúe ninguna insuflación en frío de la carga y en el margen superior está terminada ampliamente la expulsión de los componentes volátiles.

10 Una forma de realización preferida consiste en que en el sector de la zona de calentamiento se insuflan 40 a 70% de la cantidad total de oxígeno introducida en el horno tubular giratorio. De este modo se consigue una velocidad de calentamiento especialmente buena.

15 Una forma de realización preferida consiste en que de la cantidad de oxígeno insuflada en el sector de la zona de calentamiento se insufla 10 a 60% por medio de los ladrillos de tobera en la carga y el resto por medio de los tubos de envolvente en el espacio libre del horno. De este modo se consigue un calentamiento rápido y una combustión amplia de los componentes gaseosos combustibles en el espacio libre del horno.

20 Una forma de realización preferida consiste en que en la primera parte del sector de la zona de calentamiento se insuflan por medio de los ladrillos de tobera gases que contienen oxígeno con un contenido de oxígeno que está en proporción estequiométrica en lo que se refiere a la combustión de los componentes volátiles combustibles allí resultantes, y el contenido de oxígeno de los ga

ses que contienen oxígeno se reduce, por la longitud del sector de la zona de calentamiento hasta su extremo, a proporción inferior a la estequiométrica. La extensión de la disminución se controla con ayuda de la medición de temperatura de manera que no se quemé nada de carbono dependiendo de la temperatura. El comienzo del sector de la zona de calentamiento está visto desde el extremo de carga. La parte del sector de la zona de calentamiento en la que la cantidad de oxígeno insuflada por medio de ladrillos de tobera se hace a lo sumo estequiométrica, está a una temperatura media del lecho de 600 hasta 700°C. De este modo es posible un amplio aprovechamiento de los componentes volátiles para la combustión, evitando ampliamente la combustión inmediata de carbono sólido.

Ejemplo de realización

En un horno tubular giratorio con las dimensiones de 0,80 m de diámetro interior del horno y de 12,00 m de longitud se cargó hulla con 20 % de humedad juntamente con nódulos de mineral con 67% de Fe. La proporción entre C-fijo y Fe ascendió a 0,42. El horno tubular giratorio se hizo funcionar sin calentamiento exterior.

El análisis del carbón en estado seco indicó: 44 % de C-fijo, 50 % de componentes volátiles y 6 % de ceniza.

En el caso de un modo de funcionamiento con adición exclusiva de aire por medio de tubos de aire pudo conseguirse una conversión en metal de 93 % con un rendimiento de producción de 500 kg de nódulo/h: El gas de escape que salía del horno tubular giratorio tenía una temperatu-

ra de aproximadamente 950°C y la siguiente composición:
 $\text{CO}_2 = 19 \%$, $\text{O}_2 = 0,5 \%$, $\text{CO} = 6 \%$, $\text{H}_2 = 5 \%$, $\text{CH}_4 = 0,5 \%$,
resto N_2 .

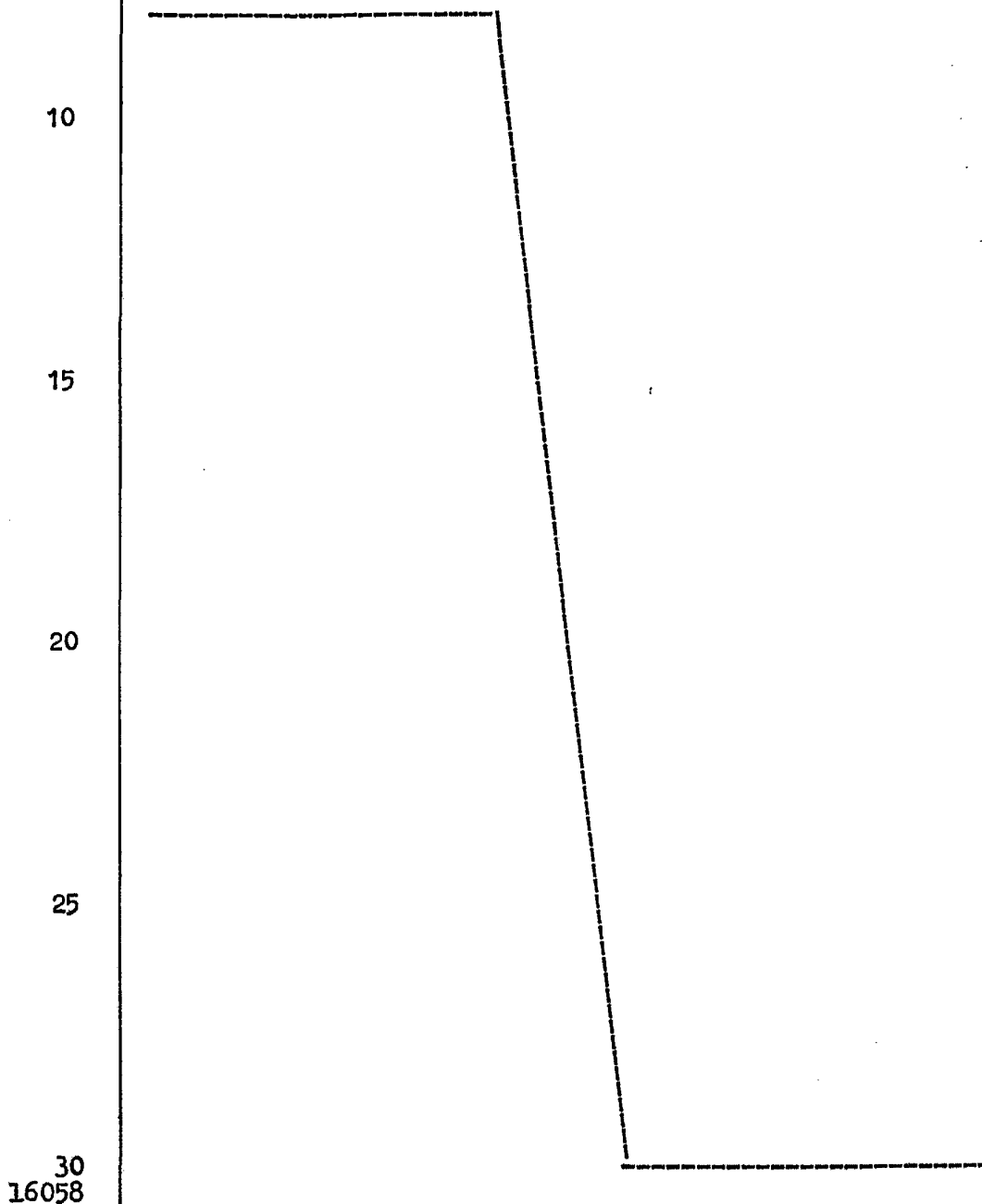
5 La zona de calentamiento fue de aproximadamente
25 % de la longitud del tubo giratorio. Con adición de 50%
de la cantidad total de aire en la zona de calentamiento,
de la que se introdujeron a su vez 50 % por medio de ladrillos de tobera y 50 % por medio de tubos de aire, resultaron aproximadamente con igual conversión en metal los siguientes resultados de trabajo:

10 Carga de nódulos : 650 kg/h
Proporción de C-fijo/Fe : 0,30
Temperatura del gas de escape : 800°C
15 Composición del gas de escape : $\text{CO}_2 = 20\%$, $\text{O}_2 = 0,5\%$,
 $\text{CO} + \text{H}_2 = 5\%$
 $\text{CH}_4 = 0 \%$, resto N_2

La longitud de la zona de calentamiento fue en ambos casos de 25% de la longitud del horno.

20 Las ventajas de la invención consisten en que la zona de calentamiento del horno tubular giratorio se acorta esencialmente y con ello o bien se aumenta el rendimiento de producción de un horno establecido o bien se disminuye el tamaño del horno con rendimiento de producción constante, la diferencia entre la temperatura del gas y la temperatura del lecho se reduce a un mínimo y la temperatura del gas de escape se reduce asimismo a un mínimo. La menor sollicitación del espacio de calentamiento conduce a una
25 disminución del peligro de formación de incrustaciones y a un aumento de la estabilidad de la mampostería refractaria. El consumo total de energía se disminuye esencialmen-

te, porque el contenido de calor de los componentes combustibles volátiles del agente reductor se aprovecha ampliamente, se disminuye la temperatura del gas en el espacio libre del horno y con ello en los gases de escape, y la inmediata gasificación de carbono sobre la superficie del lecho se disminuye por evitación de la acumulación de calor aquí posible en caso contrario.



REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª. Procedimiento para la reducción directa de materiales que contienen óxidos de hierro para formar esponja de hierro en un horno tubular giratorio por medio de agentes reductores sólidos que contienen carbono con un elevado contenido de componentes combustibles volátiles, introduciéndose gases que contienen oxígeno por medio de tubos de envolvente en cantidad regulada en el espacio libre del horno, y conduciéndose la carga a través del horno tubular giratorio en contracorriente con la dirección de corriente de la atmósfera del horno, que se caracteriza porque en el sector de la zona de calentamiento, que empieza con la aparición de partículas inflamables de los agentes reductores sólidos y termina delante de la zona de reducción, se insuflan en cantidades reguladas gases que contienen oxígeno por medio de ladrillos de tobera en la carga que se encuentra sobre ladrillos de tobera y se insuflan en cantidad regulada por medio de tubos de envolvente en el espacio libre del horno de la zona de calentamiento gases que contienen oxígeno.

15

20

25

30
16058

2ª. Procedimiento según la reivindicación 1ª, que se caracteriza porque el sector de la zona de calenta

miento empieza con una temperatura del agente reductor de aproximadamente 300°C y termina con una temperatura de la carga de 800 hasta 950°C.

5 3ª. Procedimiento según las reivindicaciones 1ª y 2ª, que se caracteriza porque en el sector de la zona de calentamiento se insufla 40 hasta 70 % de la cantidad total de oxígeno introducida en el horno tubular giratorio.

10 4ª. Procedimiento según las reivindicaciones 1ª hasta 3ª, que se caracteriza porque de la cantidad de oxígeno insuflada en el sector de la zona de calentamiento se insufla 10 hasta 60 % en la carga por medio de los ladrillos de tobera y el resto por medio de los tubos de envolvente en el espacio libre del horno.

15 5ª. Procedimiento según las reivindicaciones 1ª hasta 4ª, que se caracteriza porque en la primera parte del sector de la zona de calentamiento se insuflan por medio de los ladrillos de tobera gases que contienen oxígeno con un contenido de oxígeno que está en proporción estequiométrica en lo que se refiere a la combustión de los componentes
20 volátiles combustibles allí resultantes, y el contenido de oxígeno de los gases que contienen oxígeno se disminuye a proporción inferior a la estequiométrica por la longitud del sector de la zona de calentamiento hasta su extremo.

25 6ª. Procedimiento para la reducción directa de materiales que contienen óxidos de hierro.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a

- máquina por una sola cara.

Madrid, 22. MAY 1978

P.A.

Alberto de Eizaburu
Por Poder,



5

10

15

20

25

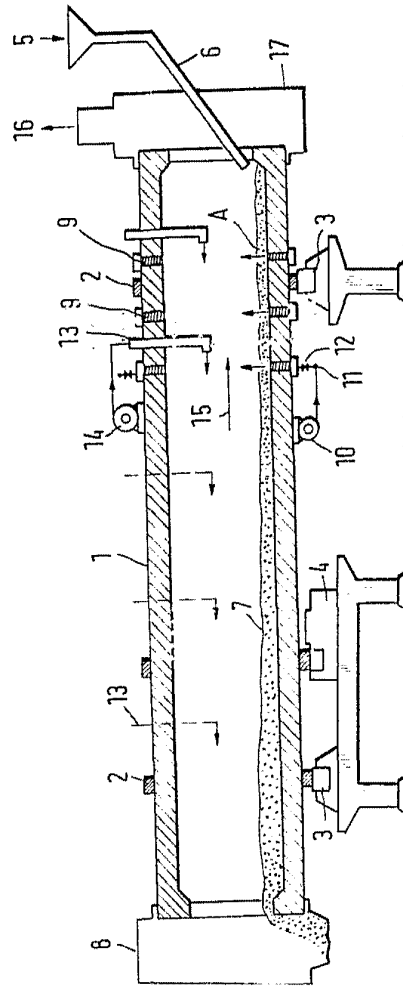


Fig. 1

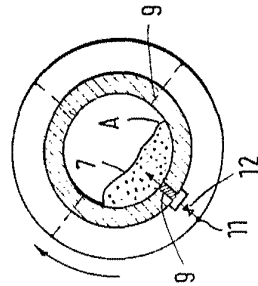


Fig. 2

Alingh
Alingh & Co.
Rotterdam

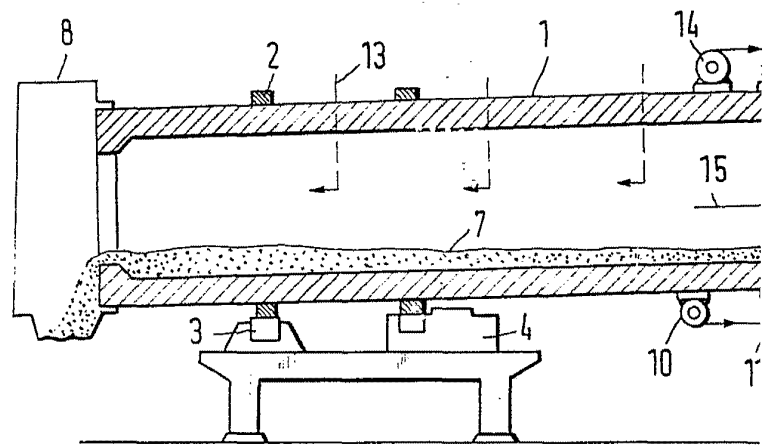
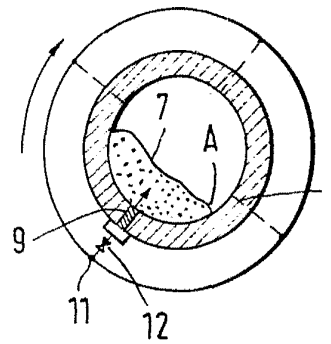


Fig. 1



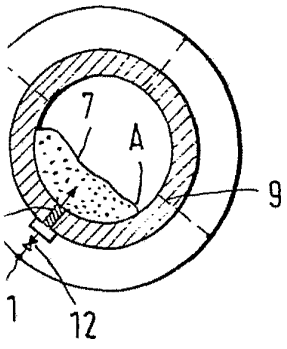
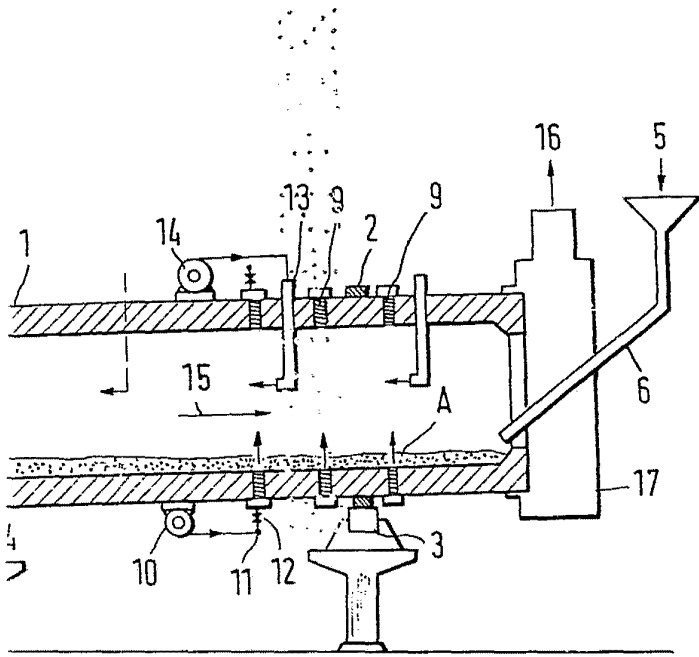


Fig.2

Alberto de Sordani
Por Poder