

13 MAR 1963

P. 23869

AJH/264



283564

MEMORIA DESCRIPTIVA  
para solicitar  
P A T E N T E D E I N V E N C I O N  
en  
E S P A Ñ A  
por VEINTE años

à nombre de ALUMINIUM LABORATORIES LIMITED, entidad canadiense establecida en 1, Place Ville Marie, Montreal, Quebec, Canadá, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA LA RECUPERACION DE ALUMINIO"

-----

Esta invención se relaciona con la recuperación de aluminio a partir de aleaciones que contienen aluminio, mediante el procedimiento de destilación de semi-háuro. Este procedimiento es llevado a cabo a una temperatura relativamente elevada dentro de la escala de 1000 a 1400° C., usualmente en la escala de 1200 a 1300° C. En este procedimiento la aleación que contiene aluminio, tal como la aleación de aluminio carbotérmico producida mediante reducción directa de bauxita, con carbón de hulla, se pone en contacto a una temperatura dentro de la escala anteriormente citada, con un



trihaluro de aluminio gaseoso, usualmente tricloruro de aluminio. El trihaluro de aluminio gaseoso reacciona con el aluminio en la aleación que contiene aluminio para formar el monohaluro de aluminio gaseoso correspondiente. La reacción es muy endotérmica y es reversible, de manera que cuando el monohaluro de aluminio gaseoso es retirado de la zona de reacción y reducido en temperatura, experimenta la disociación con la formación resultante de aluminio que se condensa y el trihaluro de aluminio correspondiente, que permanece en la fase gaseosa y que puede recuperarse y regresar a la zona de reacción.

En un método para llevar a cabo el procedimiento, una columna que se mueva hacia abajo de aleación granulada que contiene aluminio se pone en contacto con una corriente que fluye hacia arriba de trihaluro de aluminio gaseoso caliente. La temperatura de la aleación que contiene aluminio dentro de la zona de reacción es una variable muy importante de funcionamiento, particularmente debido a la resistencia de compresión de una aleación de aluminio que tiene un contenido de aluminio muy reducido, el cual disminuye marcadamente con un aumento en la temperatura. Puesto que es importante que los gránulos en el fondo de la columna no se aplasten a manera de disminuir el espacio hueco efectivo para el paso del trihaluro de aluminio esta pérdida de la resistencia de compresión ha limitado la temperatura en la zona de reacción a no más de aproximadamente 1300° C., cuando se trata una aleación carbotérmica, obtenida mediante la reducción directa de bauxita con carbón de hulla o coque. Por otra parte, la aleación carbotérmica fresca, relativamente no extraída es comparativamente



resistente a una temperatura elevada de 1350° C. Con-  
 secuentemente, la temperatura en la parte superior de la  
 zona de reacción que contiene aleación prácticamente sin  
 extraer podría mantenerse a una temperatura de aproximada-  
 5 mente 1350° C. o más elevada, muy superior a la temperatu-  
 ra de la porción de fondo de la zona de reacción y, en con-  
 secuencia, puede obtenerse un régimen de extracción muy  
 mejorado para un régimen de flujo dado de trihaluro de alu-  
 minio.

10 En el procedimiento de destilación de semi-ha-  
 luro, el calor para mantener la aleación a la temperatura  
 de reacción puede suministrarse haciendo pasar una corrien-  
 te eléctrica a través de la masa de aleación en la zona  
 de reacción.

15 Un convertidor convencional empleado en el pro-  
 cedimiento de semi-haluro para la refinación del aluminio  
 utiliza un juego superior e inferior de electrodos. La den-  
 sidad de energía, usualmente expresada como kilovatio/  
 0.0283 metros cúbicos, conjuntamente con el régimen de en-  
 20 trada del trihaluro de aluminio, determina la temperatura  
 de la aleación. La densidad de energía en la porción su-  
 perior de un convertidor convencional es sólo ligeramen-  
 te más elevada en la porción superior de la columna o zo-  
 na de reacción que en la porción inferior de la columna o  
 25 zona de reacción y, debido a los efectos de transmisión de  
 masa, la temperatura en la parte superior de la zona de  
 reacción más baja o cuando menos no mayor que la tempera-  
 tura en el fondo. En un convertidor convencional que em-  
 plea dos juegos verticalmente espaciados de electrodos,  
 30 las densidades de corriente en la parte superior

283504



fondo de la carga en la zona de reacción son inversamente proporcionales a las áreas relativas de sección transversal dentro del convertidor. Puesto que la resistividad eléctrica de la aleación de aluminio que experimenta el tratamiento no es afectado relativamente mediante la reducción en el contenido de aluminio, y la variación en la temperatura a través del convertidor no es grande, las densidades de energía son también aproximadamente proporcionales, inversamente, con respecto a las áreas.

10 Sería muy deseable aumentar la temperatura en la parte superior de la columna desde aproximadamente 1300° C. hasta aproximadamente 1350° C. mientras que al mismo tiempo se mantenga la temperatura en la parte inferior de la columna a aproximadamente 1300° C., puesto que  
15 haciendo ésto es posible un aumento en el rendimiento de aproximadamente 60 por ciento para un convertidor dado sin ningún otro cambio de las condiciones de funcionamiento. Este aumento en la salida podría obtenerse sin aumento en el flujo del gas de trihaluro de aluminio a través del convertidor debido a que, a la temperatura más elevada, hay un  
20 aumento considerable en la proporción del monohaluro de aluminio en la mezcla de equilibrio del monohaluro de aluminio y el trihaluro de aluminio. La alternativa a este método de aumentar la productividad involucraría aumentar el  
25 flujo de gas del trihaluro de aluminio a través del convertidor mediante aproximadamente 60 por ciento. Esto, sin embargo, daría por resultado una presión más elevada en el fondo del convertidor que, a su vez, ocasionaría un aumento en la temperatura de la aleación en el fondo del convertidor  
30 con las dificultades de funcionamiento inherentes.

283564



En un convertidor conocido la densidad de energía podría variar desde aproximadamente 3.3 kilovatios por 0.0283 metros cúbicos de la carga de aleación en el fondo, hasta aproximadamente 5 kilovatios por 0.0283 metros cúbicos en la parte superior. En el funcionamiento de un convertidor convencional, si se aplica una densidad de energía de aproximadamente 1 kilovatio por 0.0283 metros cúbicos de carga, daría por resultado un régimen de extracción de aluminio de aproximadamente 0.454 kilogramos de aluminio por hora por 0.0283 metros cúbicos. Para que esto suceda, la temperatura de aleación de carga debe ajustarse por sí para efectuar este régimen de transmisión de masa de aluminio desde la aleación hasta la fase gaseosa. Puesto que el régimen de la reacción química es muy rápido, el régimen de control en el procedimiento global es el régimen de transmisión de masa. El régimen de transmisión de masa es una función de 1) la presión y composición del gas en la zona de reacción y 2) la composición de aleación no extraída, el grado local de extracción y la temperatura.

En un convertidor dado, puede efectuarse un aumento en la salida aumentando la energía y aumentando el flujo del gas en proporción al aumento deseado en la salida. Las composición de aleación y las composiciones de gas con el nuevo régimen de producción no se alterarán en ningún nivel específico dentro del convertidor, no tomándose en cuenta el efecto de los cambios en la disminución de presión.

A modo de ejemplo, las siguientes temperaturas se aplican a un convertidor que contiene una columna de aleación de 12.192 metros de profundidad y funcionando a una

28350



presión de salida de 1 atmósfera con extracciones de 97,5 por ciento y una conversión de salida de 0,25 de  $AlCl_3$  a  $AlCl$ . Estas temperaturas son para un tamaño de aleación de aproximadamente 2.54 centímetros.

5	Régimen de Producción	0.908 kg./ 0.0283m <sup>3</sup> /hr.	1.820 kg./ 0.0283m <sup>3</sup> /hr.	3.635 kg./ 0.0283m <sup>3</sup> /hr.
	Temperatura en la			
	parte superior, ° C.	1260	1270	1280
	Temperatura 1/3			
	parte hacia abajo	1265	1280	1310
10	Temperatura 2/3			
	partes hacia abajo	1290	1330	1390
	Temperatura en el			
	fondo	1300	1350	1420

15 Los datos anteriores ilustran que aumentando la producción mediante el aumento del flujo de gas, ocurre un aumento marcado indeseable en la temperatura de la aleación en el fondo del convertidor en donde la aleación se somete a mayores esfuerzos de compresión.

20 De conformidad con esta invención, ahora se ha descubierto que se proporciona un procedimiento mejorado para la recuperación de aluminio a partir de una aleación que contiene aluminio, mediante contacto con una corriente gaseosa de trihaluro de aluminio a temperatura elevada,

25 manteniendo la porción superior de la masa de aleación que contiene aluminio durante la operación de contacto a una temperatura mayor que aquella de la porción inferior de la masa de la aleación que contiene aluminio.

30 La operación de contacto es llevada a cabo a una temperatura elevada, preferiblemente a una temperatura

283564



dentro de la escala de aproximadamente 1250° a 1350° C. Durante la operación de contacto, y de conformidad con las prácticas de esta invención, la porción superior de la masa que se mueve hacia abajo de aleación granulada que contiene aluminio, se mantiene a una temperatura más elevada, por ejemplo de 5 a 75 grados Centígrados más elevada, que la porción inferior de la masa de la aleación de aluminio, que se pone inicialmente en contacto con el trihaluro de aluminio gaseoso. Manteniendo la porción superior de la columna o masa de aleación a una temperatura más elevada que la porción inferior durante esta operación de contacto, la productividad del funcionamiento mediante el cual el aluminio es recuperado del convertidor, es grandemente aumentada.

Se prefiere en la práctica de esta invención emplear medios de calentamiento eléctrico para mantener la masa de aleación de aluminio a la temperatura de reacción deseada con una temperatura más elevada mantenida en la porción superior que aquella en la porción inferior de la masa de aleación de aluminio.

En un convertidor conocido empleado en el procedimiento de semi-haluro para la refinación de aluminio, se calienta la columna del aluminio granulado haciendo pasar una corriente a través de la misma mediante contacto con dos electrodos verticalmente espaciados o unos juegos de electrodos montados en la pared del convertidor. Una corriente de trihaluro de aluminio gaseoso caliente, usualmente tricloruro de aluminio, es introducida en el fondo del convertidor y los productos de reacción, comprendiendo una mezcla de trihaluro de aluminio y monohaluro de aluminio, es retirada de la parte superior del convertidor. Es introducida de manera práctica-

233564



mente continúa dentro de la parte superior del convertidor  
aleación de aluminio fresca y la aleación agotada es retirada  
del fondo del convertidor.

5 Se proporciona un convertidor mejorado y un método  
mejorado exhibiendo una productividad aumentada bajo un juego  
dado de condiciones de funcionamiento es proporcionado em-  
pleando un electrodo intermedio o un juego de electrodos en-  
tre los electrodos superior e inferior, proporcionando de  
esta manera medios para mantener la temperatura de la aleación  
10 en la parte superior del convertidor más elevada que la tem-  
peratura de la aleación en el fondo del convertidor. Empleando  
un electrodo intermedio, la densidad de energía en la porción  
superior del convertidor puede mantenerse fácilmente prácti-  
camente mayor que la densidad de energía en la porción infe-  
rior del convertidor. Como se ha manifestado anteriormente,  
15 en un convertidor conocido la densidad de energía en el fon-  
do podría ser de aproximadamente 3.3 kilovatios por 0.0283  
metros cúbicos y en la parte superior de aproximadamente  
5 kilovatios por 0.0283 metros cúbicos. Con un electrodo  
20 intermedio la densidad de energía en el fondo podría estar  
dentro de la escala de 2 a 3.3 kilovatios por 0.0283 metros  
cúbicos y en la parte superior cuando menos tan elevada así  
como de 8 kilovatios por 0.0283 metros cúbicos.

25 En un convertidor construido de esta manera, la  
salida, en comparación con aquella de un convertidor conoci-  
do, puede aumentarse considerablemente mientras que al mismo  
tiempo mantener el mismo flujo de gas y el mismo grado de  
extracción, con aumentar la densidad de energía en la parte  
superior del convertidor. Por ejemplo, si con aumentar la  
30 temperatura en la parte superior de la columna la conversión



de la salida es aumentada de 0.25 a 0.40 y la entrada del flujo de gas se mantiene constante, la productividad del convertidor se aumenta en un 60 por ciento. Esto significa que la temperatura en la parte superior del convertidor, para

5 régimenes de producción variantes del aluminio refinado, sería la siguiente:

Régimen de Producción

0.908 kilogramos/ 1.820 kilogramos/

(en la parte superior

10

del convertidor)

0.0283 m<sup>3</sup>/hora 0.0283 m<sup>3</sup>/hora

Temperatura en la parte

superior del conver-

tidor, ° C.

1300

1310

Régimen de Producción

15

(en la parte superior

3.635 kilogramos/ 7.270 kilogramos/

del convertidor)

0.0283 m<sup>3</sup>/hora 0.0283 m<sup>3</sup>/hora

Temperatura en la par-

te superior del con-

vertidor, ° C.

1325

1350

20

Al mismo tiempo es necesario aumentar la densidad de energía a través de una porción considerable del convertidor en la porción superior. En la práctica de esta invención empleando un electrodo intermedio, es deseable

25 que el electrodo intermedio esté en posición tal con relación a los electrodos superior e inferior que la densidad de energía en la zona desde la parte superior del electrodo hasta abajo hasta el punto en donde la carga ha disminuido en aproximadamente 50 a 60 por ciento de su contenido inicial de aluminio, sea aproximadamente doble de la que sería

30



en el fondo. A modo de ejemplo, haciendo funcionar un convertidor a un régimen de extracción de 0.908 kilogramos por 0.0283 metros cúbicos por hora debajo del electrodo intermedio y a 1.820 kilogramos por 0.0283 metros cúbicos por hora encima del mismo, la temperatura en el convertidor variaría de 1310° C. en la parte superior a 1300° C. en el fondo. Son posibles temperaturas mayores y menores en la parte superior y en el fondo, dependiendo del régimen de producción deseado y la composición y las propiedades físicas de la aleación que experimenta la extracción para la recuperación de aluminio de la misma. El funcionamiento a una temperatura de la parte superior de 1350° C. proporcionaría un aumento muy considerable en la productividad del convertidor y podría dar por resultado una producción promedio de más de 4.540 kilogramos por 0.0283 metros cúbicos por hora. Haciendo funcionar el convertidor de conformidad con la invención para rendir un régimen de producción no mayor de aproximadamente 2.724 a 3.635 kilogramos por 0.0283 metros cúbicos por hora en la porción superior, es lo que se prefiere.

Haciendo ahora referencia al dibujo que ilustra esquemáticamente un convertidor construido de conformidad con esta invención, el convertidor, indicado generalmente por el número de referencia 10 es una estructura vertical forrada con un material refractario 11. El convertidor se provee en la parte superior con una abertura 12 para recibir la aleación de carga y una abertura 14 también en la parte superior para la descarga de los productos de reacción gaseosos, comprendiendo una mezcla de monohaluro de aluminio y trihaluro de aluminio, que es conducida, a través del



conducto 15, hasta un condensador, en donde la mezcla se enfría para descomponer el monohiluro de aluminio para la recuperación del metal de aluminio.

5 El convertidor también está provisto de una entrada de alimentación anular circular 16 para la introducción de trihaluro de aluminio gaseoso caliente que es suministrado a partir de una procedencia apropiada, no mostrada, a través del conducto 18. En el fondo del convertidor se proporciona un dispositivo o tapón cónico de  
10 descarga de sólidos 19, fijado a y que gira con el árbol 20. La velocidad de rotación del árbol 20 y el tapón 19 controla el régimen de descarga de la aleación extraída agotada desde el fondo del convertidor 10 a través del conducto de descarga 21 que se comunica con la abertura  
15 circular de descarga de fondo del convertidor 22. Para una mejor eficiencia térmica, es deseable que cuando menos una porción del trihaluro de aluminio gaseoso suministrado al convertidor 10 pasa en contacto directo de contracorriente con la aleación caliente agotada a medida  
20 que sale del convertidor. Esto se efectúa suministrando el trihaluro de aluminio a una temperatura relativamente baja a través del conducto 24 hasta el conducto de descarga 21 para ponerse en contacto con la aleación caliente agotada en el mismo antes de que el haluro de aluminio  
25 entre en el fondo del convertidor.

El convertidor 10 se proporciona con un juego superior de electrodos de grafito 25 montados al ras con la superficie del forro refractario 11 de manera de estar en contacto eléctrico con la carga de aleación de aluminio 26. El convertidor se provee de un juego inferior  
30



1963

de electrodos de grafito 28, montados de manera semejan-  
te y también, de conformidad con esta invención, con un  
juego intermedio de electrodos de grafito 29. Como se ha  
sugerido en el dibujo, los juegos de electrodos 25, 28 y 29  
5 comprende cada uno una disposición de cuatro electrodos, co-  
locados a intervalos de  $90^\circ$ . Se proporcionan medios apro-  
piados para mantener un diferencial de voltaje entre los  
electrodos 28 y 29 y entre los 29 y 25 para ocasionar que  
fluya una corriente entre los mismos a los regímenes nece-  
sarios para mantener las condiciones de temperatura desea-  
dos en las diferentes zonas en el convertidor.

En el funcionamiento del convertidor bajo las  
condiciones de equilibrio establecidas para el funciona-  
miento continuo, se suministra continuamente una aleación  
fresca de carga a través de la entrada 12 y la aleación ca-  
15 liente agotada es descargada continuamente a través de la  
salida 22 y el conducto de descarga 21. Se efectúa algo  
de recuperación de calor a partir de la aleación caliente  
agotada descargada mediante un intercambio de calor direc-  
to en contracorriente entre la aleación caliente agotada  
20 y el tricloruro de aluminio relativamente frío introduci-  
do en el fondo del convertidor a través del conducto 24 y  
la salida de la aleación agotada 22. En un funcionamiento  
típico, la densidad de la corriente en la porción inferior  
de la aleación de carga es menor que aquella de la porción  
25 superior. La densidad de energía puede variar de 1 a 4  
kilovatios por 0.0283 metros cúbicos en el fondo a de 5  
a 10 kilovatios por 0.0283 metros cúbicos en la parte su-  
perior, a fin de producir una temperatura dentro de la es-  
cala de 1250 a 1280° C. en el fondo hasta una temperatura



13

dentro de la escala de 1300 a 1350° C. en la parte superior.

3  
5  
Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el día 2 de enero de 1962, bajo el nº 163.625, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

10 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 siguientes:

15 1. Un procedimiento para la recuperación de aluminio a partir de un metal que contiene aluminio mediante el procedimiento de destilación de semi-haluro en el cual una masa columnar que se mueve hacia abajo de metal granulado que contiene aluminio se pone en contacto con una corriente que fluye hacia arriba de trihaluro de aluminio gaseoso, caracterizado en que la porción superior de dicha masa columnar  
20 de metal que contiene aluminio se mantiene a una temperatura más elevada que la porción inferior de dicha masa columnar.

25 2. Un procedimiento de conformidad con lo reivindicado en la cláusula 1, caracterizado adicionalmente en que el metal que contiene aluminio es aleación de aluminio carbotérmico, producida mediante una reducción directa de bauxita mediante carbono.

30 3. Un procedimiento de conformidad con lo reivindicado en la cláusula 2, en el cual la porción superior de dicha masa columnar es mantenida a una temperatura dentro de la escala de aproximadamente 1300 a 1350° C. y la porción



inferior de dicha masa columnar es mantenida a una temperatura de aproximadamente 1300° C.

4. Un procedimiento de conformidad con lo reivindicado en la cláusula 1, 2 ó 3, en el cual la porción superior de dicha masa columnar es mantenida a una temperatura dentro de la escala de 5 a 75 grados centígrados más elevada que aquella de la porción inferior de dicha masa columnar.

5. Un procedimiento de conformidad con lo reivindicado en cualesquiera de las cláusulas que anteceden caracterizado en que la porción superior de dicha masa columnar es mantenida a una temperatura más elevada que en la porción inferior ocasionando que una corriente eléctrica fluya a través de la porción superior a una densidad de energía considerablemente mayor de la que fluye a través de dicha porción inferior.

6. Un procedimiento de conformidad con lo reivindicado en la cláusula 5, en el cual la densidad de energía aplicada a dicha porción superior es aproximadamente dos veces que aquella aplicada a dicha porción inferior.

7. Un procedimiento para la recuperación de aluminio.

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

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

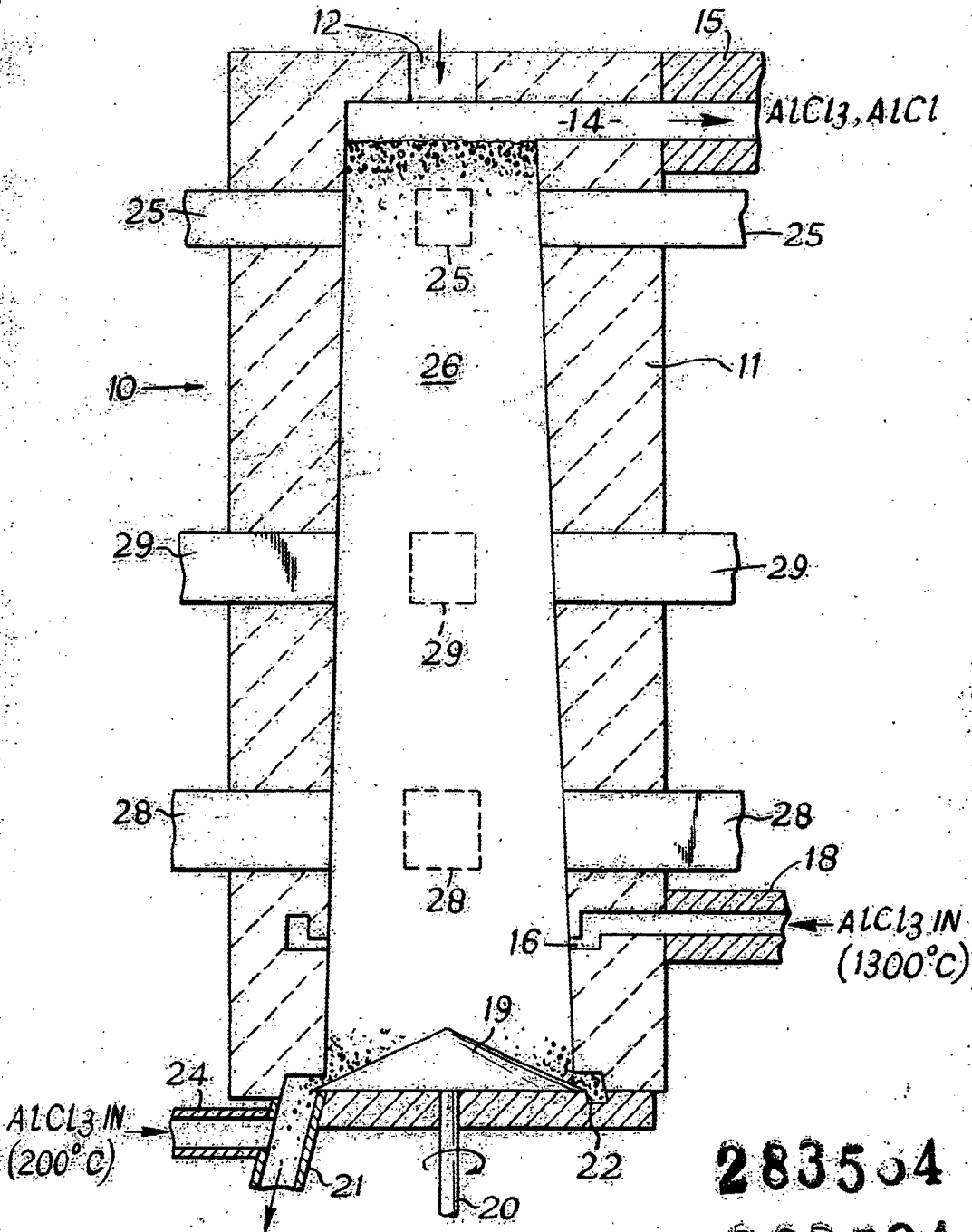
Madrid, 13 MAR. 1963

P.A.

283564

Alberto de Echevarría  
Por Poder

70 DIC.



283554

283564

*Alberto de Mattos*  
ALBERTO DE MATTOS  
ING. QUÍMICO