

402876

29

Int. Cl.²: C01G

P A T E N T E
D E
I N V E N C I Ó N

a favor de WENDELL E. DUNN, INC., entidad norteamericana, domiciliada en Wilmington (Delaware, E.E.U.U.), 112 King Street, por "PROCEDIMIENTO PARA EL BENEFICIO DE MINERALES TITANÍFEROS".

- . -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta solicitud es una continuación en parte de la solicitud de patente norteamericana nº 4.563, depositada el 21 de enero de 1.970. La invención ha sido descrita en el "Disclosure Document" No. 002115, depositada el 18 de mayo de 1.970.

5.

Esta invención se refiere a un procedimiento para beneficiar minerales titaníferos. Ciertos minerales titaníferos resultan caros e inconvenientes de beneficiar debido a su gran contenido de silicato en la periferia del grano, así como en el grano. El único objeto de los métodos conocidos anteriores para beneficiar minerales titaníferos, ha sido la extracción de componentes de hierro del mineral, como por e-

10.

BAD ORIGINAL

402876₂₃



- jemplo, mediante el tratar el hierro con soluciones ácidas sin afectar el dióxido de titanio. Así pues, las partículas de mineral, en esencia, pasan a través del procedimiento sin modificación de sus porciones de silicato y dióxido de titanio, de
5. forma que la proporción de silicato respecto al contenido de dióxido de titanio no es reducida, tampoco se aumenta la proporción de dióxido de titanio respecto al silicato, para realizar su valor como un material de partida para otra cloración a fin de formar pigmentos.
10. Esta invención pertenece a un nuevo procedimiento para beneficiar minerales titaníferos que contienen grandes cantidades de silicatos, e implica la cloración bajo condiciones reductoras y fluidificadoras de una mezcla que contiene una primera fracción de mineral titanífero con un elevado contenido de hierro y una segunda fracción de mineral titanífero
15. que tiene un elevado contenido de titanio. La invención proporciona un método para la recuperación de los valores de titanio de la segunda fracción para substituir a los valores de hierro en la primera fracción, para producir partículas mayores y más densas de mineral beneficiado.
20. Esta invención está también dirigida a un procedimiento para beneficiar, mediante una combinación de procedimientos químicos y mecánicos, minerales titaníferos de alto contenido de titanio en los que las fracciones son de medidas diferentes
25. marcadamente, mediante los cuales el contenido de titanio de la fracción de menor tamaño es empleada para incrementar el contenido de titanio de la fracción de mineral de mayor tamaño.
30. Esta invención es útil para producir un intermedio empleado para preparar pigmentos de dióxido de titanio o titanio metal. El producto es además útil como un componente de

402876

2°

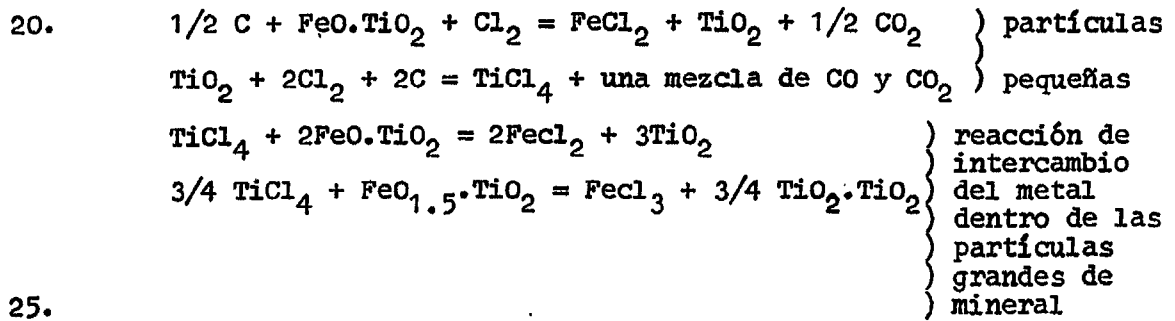


varilla de soldadura.

Sin estar limitados por la teoría, se evidenciará que este procedimiento proporciona un límite en el medio de reacción donde los valores de titanio de la fracción de mi-

- 5. neral de las partículas de pequeño tamaño substituyen los valores de hierro de la fracción de mineral de partícula de tamaño mayor. Además la fracción de mineral de partícula pequeña es consumida totalmente en el procedimiento, siendo los valores de titanio convertidos en tetracloruro de tita-
- 10. nio, el cual luego reacciona con óxido de hierro de las partículas de mineral de mayor tamaño que substituyen los valores de hierro con dióxido de titanio, y los valores del hierro son convertidos en cloruros de hierro volátiles. Los silicatos que existen en las partículas de menor tamaño en la
- 15. periferia de los granos y como inclusiones son liberados y expulsados fuera de la masa del producto por la acción de los gases de reacción y subproductos.

Se considera que las reacciones que suceden durante el procedimiento son:



La proporción de la fracción de mineral de partícula de mayor tamaño respecto a la fracción de mineral de partícula más pequeña es determinada por la cantidad de óxido de hierro y su estado de reducción en la fracción de mineral de

- 30. partícula grande y la cantidad de dióxido de titanio en la

402876 29



- Los requisitos de las condiciones reductoras pueden ser con-
seguidos mezclando un 10-30% en peso, de carbón o material
carbonáceo con el mineral. En general, el carbón puede ser
carbón de leña, coque de petróleo, coque y similar. El dorado
es hecho pasar a través de un lecho a una temperatura de le-
cho de 900 a 1100°C a una proporción donde se produce la
fluidificación del lecho y el cloro es consumido totalmente
dentro del lecho mientras que los cloruros de hierro y otros
cloruros metálicos son retirados como vapores gaseosos y du-
rante un periodo de tiempo de 20 a 30 minutos o más hasta el
punto de "burbujeo" (tickle point), es decir cuando el $TiCl_4$
empieza a escapar del lecho. La concentración de óxido de
hierro en el producto es de 2 a 10% en peso.

- La mejora comprende la formación de un lecho de mi-
neral titanífero que comprende una mezcla de partículas de
mineral titanífero y la primera fracción tiene un 90% en pe-
so de partículas de tamaño pequeño y la segunda fracción tie-
ne un 90% en peso de partículas de tamaño grande, donde el
óxido de hierro en la segunda fracción de mineral y el óxido
de titanio en la primera fracción de mineral corresponden es-
tequiométricamente de acuerdo con las reacciones anteriores,
mediante las cuales los valores de titanio de la primera
fracción de mineral substituyen los valores de hierro de la
segunda fracción.

- El procedimiento para beneficiar minerales titani-
feros descrito aquí produce un beneficiado que tiene una po-
rosidad moderada de 0,03 a 0,1 cc/g, dureza mejorada de 275-
-650 (VHN) y una densidad global de 1,6 a 2,4 g/cm, con una
composición porcentual en peso de 95,0 - 99,5 de dióxido de
titanio, hasta 1,0 de óxidos de hierro y óxidos metálicos



402876

fácilmente clorables y el resto de silicatos y otros óxidos que son difíciles de clorar. Estas propiedades hacen de este material un intermedio preferido para la producción de tetracloruro de titanio.

5. El mineral titanífero puede ser cualquiera de los minerales que se encuentran naturalmente tal como ilmenita, por ejemplo ilmenita cable (arenas de Australia Occidental) y similares. Debido a que el óxido de hierro es substituído por dióxido de titanio, pueden emplearse minerales que tienen hasta un 6,0% en peso, de silicatos u otros óxidos difícilmente clorados. La concentración de silicatos en las partículas mayores permanece esencialmente sin cambiar mientras que se incrementa la concentración de dióxido de titanio. Por tanto, la proporción de la cantidad de silicatos y otras impurezas inertes respecto al dióxido de titanio en el producto final es inferior que la del mineral.

10. Los cloruros metálicos de subproductos consisten predominantemente en cloruro ferrosos y menores cantidades de cloruro ferroso, cloruro de manganeso, cloruro de cromo y cloruros de otros metales. El flujo de subproductos contiene también dióxido de carbono y pequeñas cantidades de tetracloruro de titanio y monóxido carbono.

15. El cloro empleado puede ser cloro disponible comercialmente. Puede emplearse también cloro reciclado. La proporción de flujo del cloro debe ser regulada para permitir que el tetracloruro de titanio formado en el lecho reaccione sin abrirse paso, por ejemplo, escapando por la superficie del lecho de mineral. En general la proporción de flujo del cloro puede ser de 5,8 a 61 cm por segundo.

20. El procedimiento es un procedimiento de reciclado



- donde el mineral parcialmente beneficiado y el suministrado recientemente, son agregados continuamente al reactor fluidificado, calentado hasta 950 ó 1100°C y el cloro es hecho pasar a través del mineral, mientras que el mineral parcialmente beneficiado y el coque son retirados y enfriados bajo condiciones reductoras. El mineral enfriado es hecho pasar a través de un separador magnético para separar el producto de dióxido de titanio que tiene de 0 a 0,1% en peso de óxido de hierro. El beneficiado que tiene más de un 1,0% en peso de óxido de hierro es reciclado al reactor con la adición de nuevo mineral. También todos los finos, o sea partículas menores que el producto de dióxido de titanio deseado, son reciclados al reactor. Este procedimiento es descrito más ampliamente en la mencionada antes.
- 5.
- 10.
15. El procedimiento de esta invención puede ser utilizado también para beneficiar minerales menos deseables, que contienen mayores cantidades de calcio y manganeso, así como silicatos y otras impurezas de difícil cloración. Por ejemplo ilmenitas de Nueva Zelanda e ilmenitas de Sudáfrica. En esta modificación, el mineral que contiene silicato elevado es molido hasta una distribución de tamaño de partículas de un tamaño fino como por ejemplo de Malla 180 British Standard. El mineral molido es mezclado con otra ilmenita de grado más elevado, que tiene una distribución de tamaño de partícula
- 20.
25. en la gama de 75% en peso, de malla -60 hasta +100. La cantidad de los valores de titanio en el mineral dividido finamente, debe corresponder estequiométricamente a los valores de hierro totales en las partículas mayores. El mineral puede ser refinado o beneficiado otra vez tal como se ha descrito anteriormente.
- 30.

402876

29 ABR 1977



La reacción puede ser realizada a temperaturas de 800 a 1150°C siendo preferido de 900 a 1100°C y más preferido de 950 a 1050°C.

5. La mezcla de mineral es preparada mezclando la cantidad requerida de las fracciones de mineral primera y segunda. Por ejemplo, 45,4 Kg de ilmenita (arena de Playa de Australia, de Murphyores Queensland) que tiene una composición como sigue:

	TiO ₂	54,1%	en peso
10.	FeO	21.0%	" "
	Fe ₂ O ₃	21.0%	" "
	Al ₂ O ₃ (como aluminatos)	0.43%	" "
	SiO ₂ (como silicatos)	0.4%	" "
	otros óxidos	resto	

15. y una distribución de partículas como sigue:

	+ 60 malla (B.S.)	0,04%	en peso
	- 60 + 85 "	17,7%	" "
	- 85 +100 "	49.7%	" "
	-100 +120 "	21.4%	" "
20 .	-120 "	8.3%	" "

es mezclada con 34,5 kg de mineral de ilmenita obtenido de Tauranga Bay, Cape Foulwind, Nueva Zelanda, que tiene la siguiente composición, tal como se confirma con referencia al New Zealand Journal of Science, Vol, 10, No. 2, Junio 1967,

25. P. 452:

	TiO ₂	46.5%	en peso
	FeO	37.6%	" "
	Fe ₂ O ₃	3.2%	" "
	SiO ₂ (como silicatos)	4.1%	" "
30.	Al ₂ O ₃ (como aluminatos)	2.8%	" "
	CaO	1.4%	" "



402876

MnO	1.7%	en peso
MgO	1.2%	" "
otros óxidos	resto	

con una distribución de tamaño de partícula de:

5.	+ 72	mallá (B.S.)	0.31%	en peso
	- 72 + 100	"	18.92%	" "
	-100 + 150	"	56.21%	" "
	-150 + 200	"	23.68%	" "
	-200	"	0.68%	" "

10. A la mezcla de mineral se agregó un 30% en peso de coque de petróleo en polvo de tamaño menor que malla 8. La mezcla fue cargada a un reactor descrito anteriormente para formar un lecho fluidizado de 30 cm de grosor y luego fue calentada hasta 1000°C. El gas cloro fue hecho pasar a través

15. del lecho a una proporción para la cual se produce la fluidificación de la mezcla de mineral y coque. La proporción del cloro fue de 1698 litros por minuto. El cloro fue agregado hasta la cantidad suficiente para convertir algo del titanio de las partículas de menor tamaño a tetracloruro de titanio.

20. Cuando una mayor cantidad de tetracloruro de titanio escapó del lecho de reacción, el monóxido de carbono fue substituído intermitentemente por cloro durante veinte minutos. Se permitió entonces que el reactor se enfriase hasta temperatura ambiente bajo una atmósfera de monóxido de carbono. Se permi

25. tió que el producto se enfriase a temperatura ambiente.

Tal como se ha indicado anteriormente, el silicato y aluminato existe en las partículas de mineral como una capa finamente dividida. Una vez que esta capa ha sido liberada del dióxido de titanio y óxido de hierro que la rodean, es fácil de recoger del lecho de reacción por el efecto ele-

30.

402876



vador de los reactivos o subproductos gaseosos o haciendo pasar un gas inerte a través del lecho de reacción para arrastrar el silicato. Adicionalmente, las partículas más ligeras extraídas del lecho pueden ser separadas mediante flotación luimeda para extraer el coque junto con lixiviación para extraer el cloruro de calcio.

5. La beneficiación del mineral de Nueva Zelanda mediante los procedimientos de las técnicas anteriores proporciona un producto que no tiene más de un 85% en peso, de dióxido de titanio. Mediante el empleo de nuestro procedimiento, el producto obtenido contiene un 95-97% en peso de TiO_2 y 1,0% de óxido de hierro.

10. Otro ejemplo está en el tratamiento de un mineral titanífero en el que las partículas del mineral están ligadas entre sí por una matriz de sílice. Por ejemplo, el mineral hallado en Sudáfrica en Bothaville, Estado Libre de Orange, tiene partículas de ilmenita unidas por dióxido de sílice, analizadas tal como sigue:

	TiO_2	49.1 %
20.	Fe_2O_3	44.85%
	Al_2O_3	1.25%
	SiO_2	1.9 %
	ZrO_2	0.21%
	MnO	1.25%
25.		98.56%

Este mineral cuando es molido muestra que un 70% del contenido de sílice se halla en el tamaño de partícula que pasa por malla 44 y queda sobre la malla 85, 351 y 175 micrómetros respectivamente. El tratamiento de tal mineral ha sido difícil hasta esta invención, que aplica el proce-

30.

402876



diminuto de cloración antes mencionado con las fases de procedimiento mecánico mostrado en las figuras 1 y 2A y 2B las cuales son formas esquemáticas de las fases esenciales de la invención, como sigue:

5. En la figura 1, después de la cloración se realiza una separación magnética en el rebosadero del lecho después de que el mismo ha sido cribado por encima y debajo de una malla 85. Las partículas no magnéticas retenidas por la malla 85 son flotadas en aire y las partículas más ligeras, que son coque sin reaccionar, son vueltas al lecho fluidificado, mientras que el sílice más pesado restante, se elimina como un desperdicio. Las partículas magnéticas por encima de la malla 85 son molidas hasta quedar por debajo de ella, corren a través de un separador magnético y la porción no magnética es flotada en aire para extraer el sílice adicional, siendo los residuos vueltos al reactor tal como en la porción magnética. La porción de las partículas de lecho extraídas del reactor que son menores de malla 85 son también separadas magnéticamente. La porción magnética es vuelta al lecho mientras que la no magnética en este tamaño es recogido como producto final para el procedimiento. Así pues, se observa que las porciones menores vuelven a la fase de cloración para facilitar el agotamiento de sus valores de dióxido de titanio hasta tetracloruro de titanio, el cual luego se agrega al óxido de hierro en las partículas mayores, apartando óxido de hierro como cloruro de hierro y depositando el dióxido de titanio en las partículas mayores para incrementar su densidad y porcentajes globales de contenido de dióxido de titanio.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
30. La lámina de flujo ha sido simulada a escala de la



402876

- boratorio. El balance del material en toda ella es mostrado en las figuras 2A y B. La figura 2B es una continuación de la figura 2A con A de la figura 2A continuando con B de la figura 2B y A' de la figura 2A continuando con B' de la figura 2B. Se pusieron en contacto 200 Gm. de la citada ilmenita de Africa del Sur con CO Vapor $TiCl_4$ y N_2 a una proporción de 26 mmol/Min. durante 20 minutos a $1.000^{\circ}C$. El reactor empleado fue un tubo de cuarzo de 50 mm de diámetro, y calentado eléctricamente. Fue necesario el empleo directo de vapor $TiCl_4$ para experimentos a escala de laboratorio, debido a que la profundidad de lecho requerida para formar mayores cantidades de $TiCl_4$ no podía ser detenida en un pequeño lecho. Esta fase se menciona como Cloración I en la figura 2A. El lecho fue molido y dividido en dos fracciones, la primera fracción fueron partículas que fueron retenidas por una criba de malla 85 (B.S.) y la segunda fracción fueron partículas que pasaron a través de una criba de malla 85 (B.S.). La primera fracción fue luego separada magnéticamente. La fracción magnética fue molida otra vez y los finos (malla-200) descartados. La fracción -85+200 fue separada otra vez magnéticamente. La porción magnética fue retenida para una subsiguiente cloración. La segunda fracción, a saber la fracción de malla -85 del lecho del reactor fue separada magnéticamente. La fracción no magnética tenía un análisis de 90% de TiO_2 y el 2% de Fe_2O_3 . La fracción magnética junto con la mentada fracción magnética de las citadas partículas -85+200 fueron cloradas otra vez con $TiCl_4$, CO y N_2 a 26 nmols/min durante 4 minutos, y contactaron subsecuentemente durante 1 minuto con CO, y durante 1 minuto con Cl_2 alternativamente a 26 nmols/min durante 10 minutos. Esta fase es refe-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

402876 29



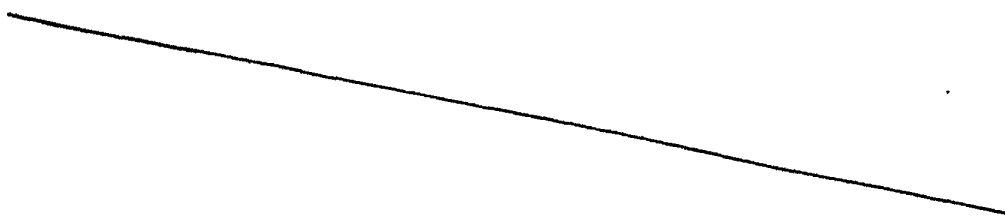
rida como Cloración II en la figura 2B. El lecho del reactor fue luego reducido, enfriado, y separado magnéticamente. La fracción no magnética que representaba el producto final tenía un análisis de 95% TiO_2 y 0,1% Fe_2O_3 .

5. Preferentemente el procedimiento de esta invención es realizado con 60 a 95% en peso, de partículas de la primera fracción de mineral que tiene tamaños de partículas mayores y una segunda fracción de mineral que tiene tamaños de partículas menores.

10. La figura 3 es un diagrama del grado de cloración del rutilo natural, del producto utilizado en la invención y del producto lixiviado, producido por el beneficio de minerales titaníferos mediante un procedimiento del tipo de la lixiviación de técnica conocida. El peso del producto restante es indicado en gramos como función del tiempo de cloración en minutos.

15. La figura 4 es un diagrama de la densidad a granel bajo la cloración, del rutilo natural, del producto utilizado en la presente invención y del lixiviado, producido por beneficiación de mineral titanífero, mediante un procedimiento del tipo de lixiviación de la técnica anterior; la variación de la densidad (gramos por centímetro cúbico) está indicada para los gramos de estas substancias que quedan después de la cloración.

20. Un producto lixiviado típico, producido por la lixiviación ácida acuosa de una ilmenita reducida, tiene las propiedades indicadas en la tabla siguiente:



402876

29 ABR 1954



	A	B	C	D	E
	Producto lixiviado	CO+Cl ₂	CO+Cl ₂	Rutilo	Composición presente
TiO ₂ %	95,55	9,2	95,2		95-99,5
Fe%	1,43	1,7	0,02		1,0
Densidad global g/cc	1,4	1,4	1,16	2,84	1,6-2,4
Dureza (VHN)	116	199	175	995	275-650
Porosidad g/cc	0,17				0,03-0,1

Los métodos de cloración implican normalmente el hacer reaccionar el mineral con cloro y monóxido de carbono. En estos procedimientos, cuando la cantidad de óxido de hierro que queda en las partículas es reducida a 2-10% en peso, los valores de titanio empiezan a perderse en forma de tetracloruro de titanio volátil. Un producto de este método se halla representado en la tabla (Columna B). La cloración continuada reduce aún más el contenido de hierro, pero el producto será blanco y friable a causa de la pérdida de titanio de las partículas; un tal producto tiene las propiedades de la columna C de la tabla. Las propiedades del rutilo natural y de la nueva composición, utilizada en la invención, están indicadas en las columnas D y E, respectivamente.

En el producto de la invención las partículas están formadas esencialmente por dióxido de titanio sólido y tienen propiedades de densidad, dureza, porosidad y grado de cloración intermedias respecto a las del rutilo y los productos conocidos de la técnica anterior.

28-2-78

402876



La dureza expresada en la tabla es el índice de dureza Vickers (VHN). determinada mediante un esclerómetro Vickers de microindentación y baja carga, tal como ha sido descrito por Zussmann en "Physical Methods in Determinative Mineralogy", Academic Press, Londres y Nueva York, 1967, pp. 131-150.

5. La densidad global fue determinada por mediciones de peso y volumen. La porosidad fue medida por medio de un porosímetro de mercurio dentro de la gama de diámetros de poro de 0,2 a 220 micrómetros.

10. El grado de cloración fue verificado utilizando 20 g del beneficiado de rutilo natural en un lecho fluidificado, atacado por una mezcla de 50% de CO y 50% de Cl₂, a 26 nmoles/min cada uno de ellos y a una temperatura de 1.000°C. Los resultados se encuentran indicados en la figura 3.

15. Para estudiar el fenómeno de la abrasión, en el lecho fluidificado, de varias materias primas bajo las condiciones de cloración, se utilizó un ensayo que implicaba el hacer reaccionar 20 g de materia prima a 1000°C con 26 nmoles/min de CO y Cl₂. Los resultados de una serie de mediciones

20. de peso a intervalos de tiempo crecientes, respecto a la densidad global, se encuentran punteados en escalas logarítmicas tal como se indica en la figura 4. Un material que mantiene su geometría a través de una pérdida superficial, perderá volumen y peso a una razón constante, permaneciendo invariable la densidad. Cuando el material se clora interiormente

25. su volumen permanece constante, su peso disminuye y la pendiente de la curva peso restante - densidad, será de 45°C. Los materiales que se cloran en parte topoquímicamente y en parte interiormente, quedarán comprendidos entre estos casos.

30. Cuando un material es debilitado a punto de una desintegra-

402876



ción total o una desintegración superficial, la curva peso restante - densidad caerá verticalmente. De ello resulta claro que son de esperar pérdidas de polvo en varios materiales.

5. Las propiedades de la nueva composición poseen, inesperadamente, benéficas cualidades. Este producto puede ser convertido en tetracloruro de titanio con una mínima producción de finos, o sea, pequeñas partículas de dióxido de titanio que son demasiado pequeñas para ser retenidas en el reactor de cloración empleado para formar el tetracloruro de titanio, a comparación con el uso del mineral titanífero beneficiado por lixiviación. La producción de finos tiene por resultado una pérdida de los valores del titanio. También es más conveniente utilizar este producto, a comparación con el rutilo, ya que el mismo tiene un mayor grado de cloración que este último.

10. La mayor dureza y resistencia de esta composición reduce a un mínimo la pérdida de valores de titanio, ya que se producen menos finos en la reacción de cloración ulterior para formar el tetracloruro de titanio. La mayor capacidad de cloración permite utilizar menores profundidades de lecho, y por tanto tiene la ventaja de un menor consumo de carbón y más pequeña producción de monóxido de carbono, lo que contribuye a una manufactura más segura y económica en la producción de tetracloruro de titanio.

15. El producto de esta invención es útil como un componente de varilla de soldadura. También, el producto es un intermedio preferido para la producción de tetracloruro de titanio y dióxido de titanio.

20. La descripción anterior ha sido dada únicamente a

402876

29



efectos de claridad de la compresión y no se han de entender limitaciones innecesarias por la misma. La invención no está limitada a los detalles exactos ya que modificaciones obvias se pueden ocurrir a aquellos diestros en la materia.

- . -

N O T A

5. Se reivindica como objeto de la presente patente de invención:

1. Procedimiento para el beneficio de minerales de titanio, que comprende el contactar bajo condiciones de fluidificación a temperaturas de 900-1100°C un lecho de mineral titanífero con cloro bajo condiciones reductoras y retirar los cloruros de hierro, caracterizado por el hecho de hacer pasar el cloro a través de una mezcla de mineral titanífero que tiene una profundidad de al menos 15 cm y donde la mezcla comprende dos fracciones de mineral titanífero con tamaños de partícula diferentes en los que la fracción de mineral de menor tamaño contiene suficientes moles de dióxido de titanio para reaccionar con los moles de óxido de hierro en la fracción de mineral de mayor tamaño, mediante lo cual los valores de titanio de la fracción de mineral de menor tamaño substituyen esencialmente los valores de hierro en la fracción de tamaño mayor.

2. Procedimiento para el beneficio de minerales titaníferos, según la reivindicación 1, que comprende el contactar bajo condiciones de fluidificación a temperaturas de 900 - 1100°C un lecho de mineral titanífero con cloruro bajo



402876 29



- condiciones reductoras, caracterizado por el hecho de mantener dos fracciones dentro del lecho de manera que una fracción comprende partículas de mayor tamaño y la otra partícula con un tamaño distintivamente menor, la retirada continua de un flujo del lecho y la división de tal flujo es una fracción magnética y una fracción no magnética, el cribado ulterior de la fracción no magnética en una fracción de tamaño grande y una fracción de menor tamaño y el retorno al lecho de la fracción de tamaño pequeño mezclada con la fracción magnética a más de una cantidad de mineral no clorado, de manera que junto con la fracción magnética y la fracción no magnética de menor tamaño, la cantidad total agregada al lecho es igual a la cantidad que se ha de retirar continuamente del lecho.
5. 3. Procedimiento para el beneficio de minerales titaníferos, según la reivindicación 1, que tiene un contenido de silicato elevado, mediante la cloración a temperaturas elevadas en un lecho fluidificado que contiene material carbonáceo, caracterizado por el hecho de extraer los silicatos del mineral mediante una primera cloración parcial del mineral y luego extraer el mismo del lecho y cribar, separar magnéticamente, moler y flotar, y retornar las porciones magnéticas al lecho para la subsiguiente clorinación.
10. 4. Procedimiento para el beneficio de minerales de titanio, según la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de volver también al lecho los finos que resultan de la porción magnética molida de las partículas de mayor tamaño.
15. 5. Procedimiento para el beneficio de minerales titaníferos.

La presente memoria descriptiva consta de diecinueve



402876

9 ABR 1972



hojas foliadas escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 29 de abril de 1972

WENDELL E. DUNN, INC.

I. PONTI

P.a.

P.P.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "I. Ponti", written over the typed name.

A small, handwritten symbol or mark consisting of a circle with a diagonal line through it, located in the bottom left corner of the page.

402876



22017/6

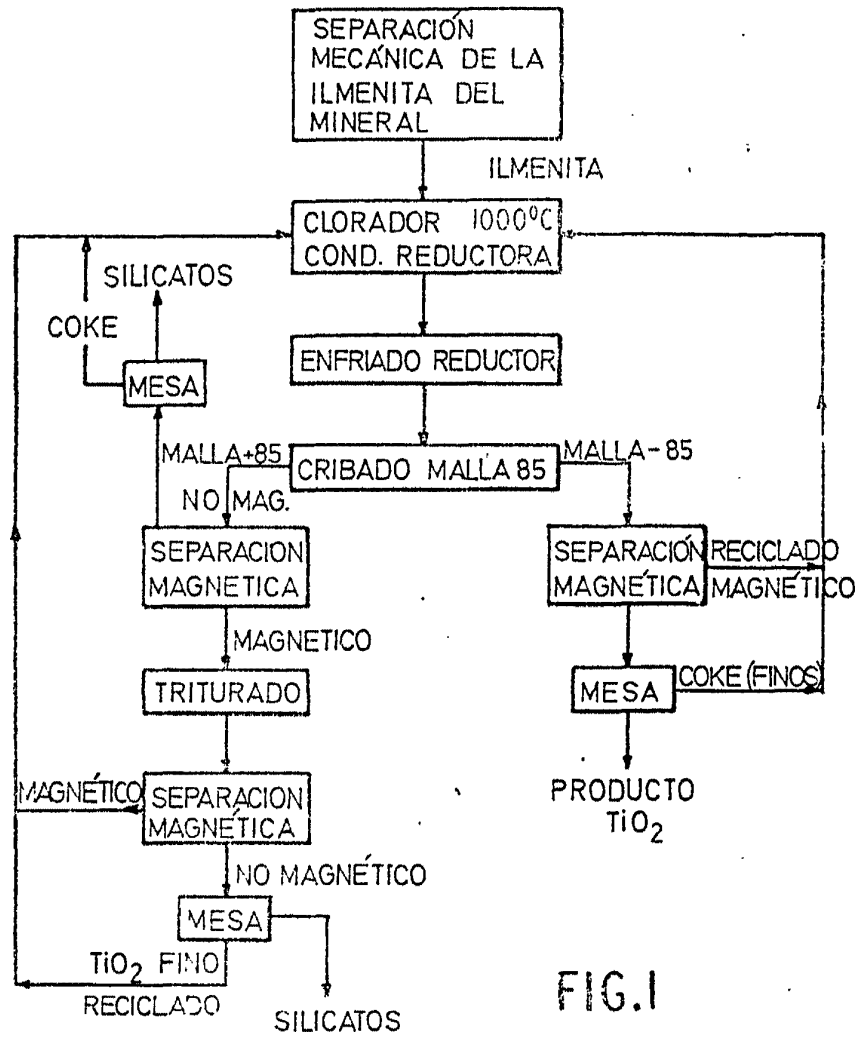


FIG.1

Barcelona, 29 de abril de 1.972
P.a. L. PONTI
P.P.

29 APR 1972

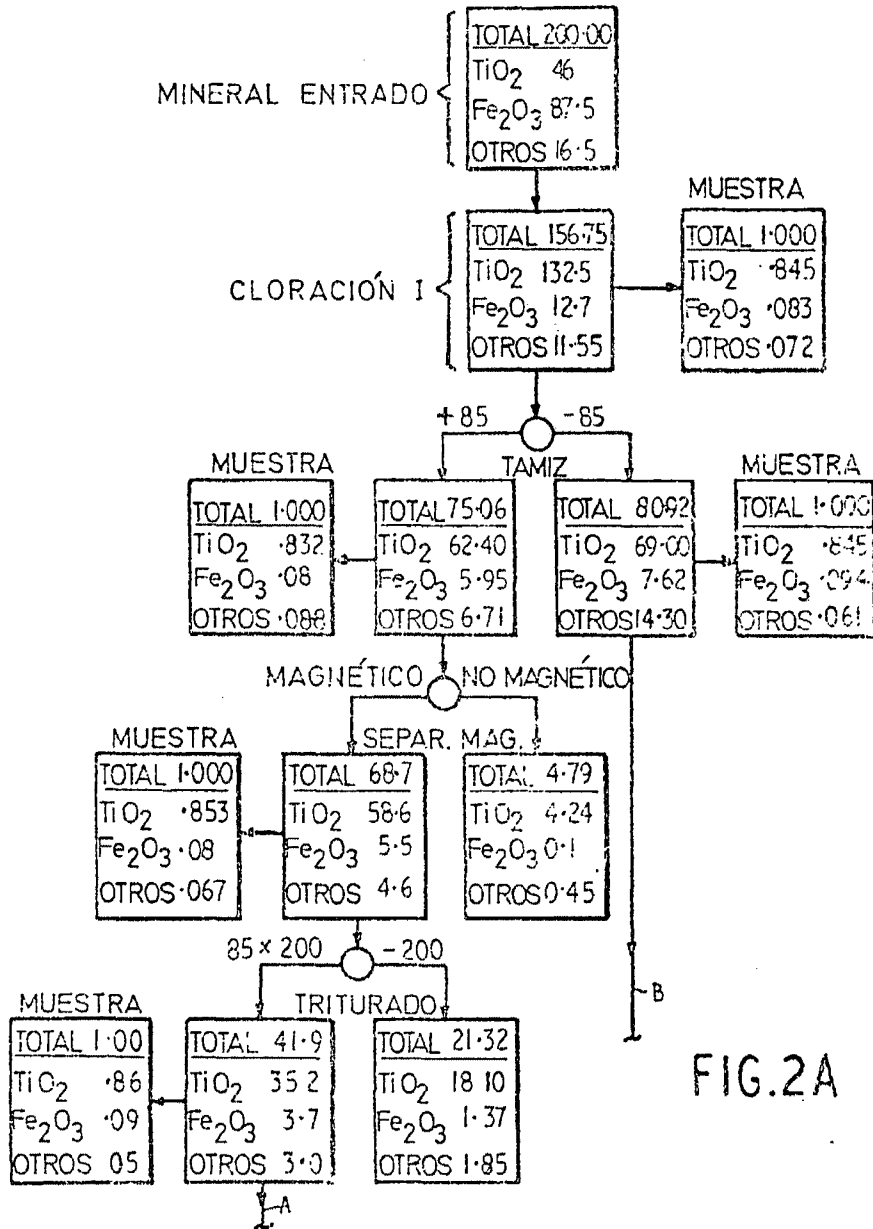


FIG.2A

Barcelona, 29 de abril de 1.972
p.a. L. PONTI

22.017/6

402876

29 ABR 1972

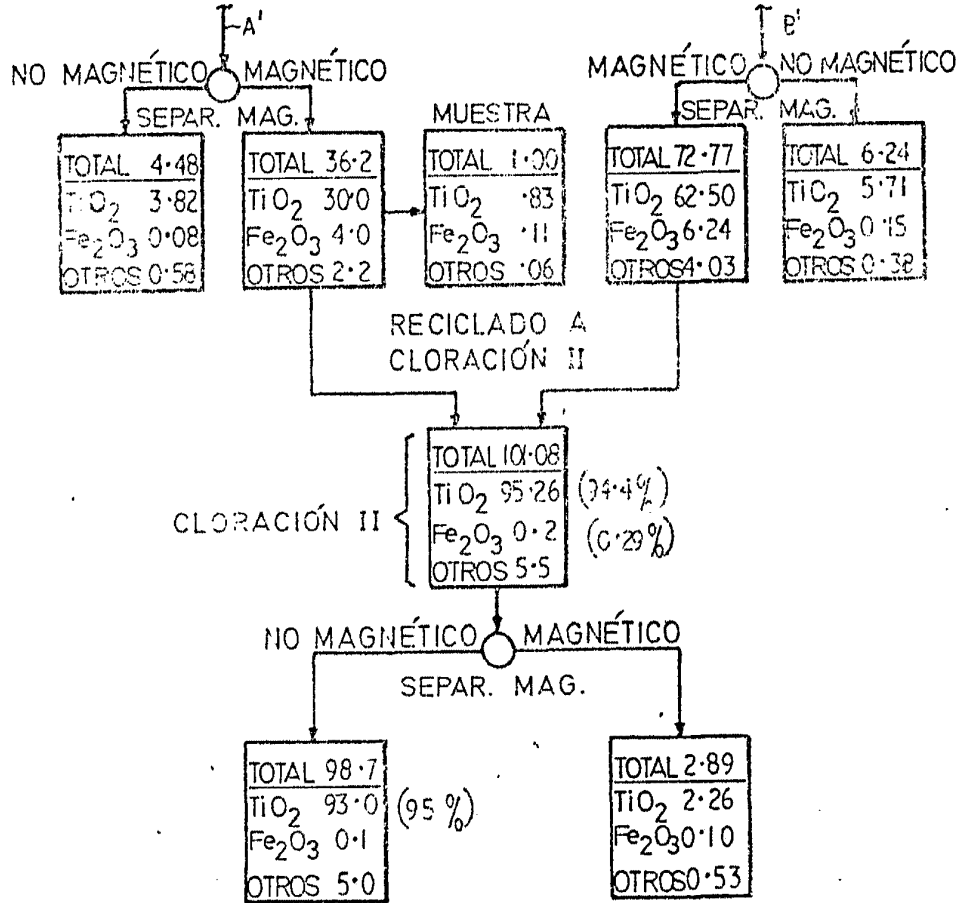
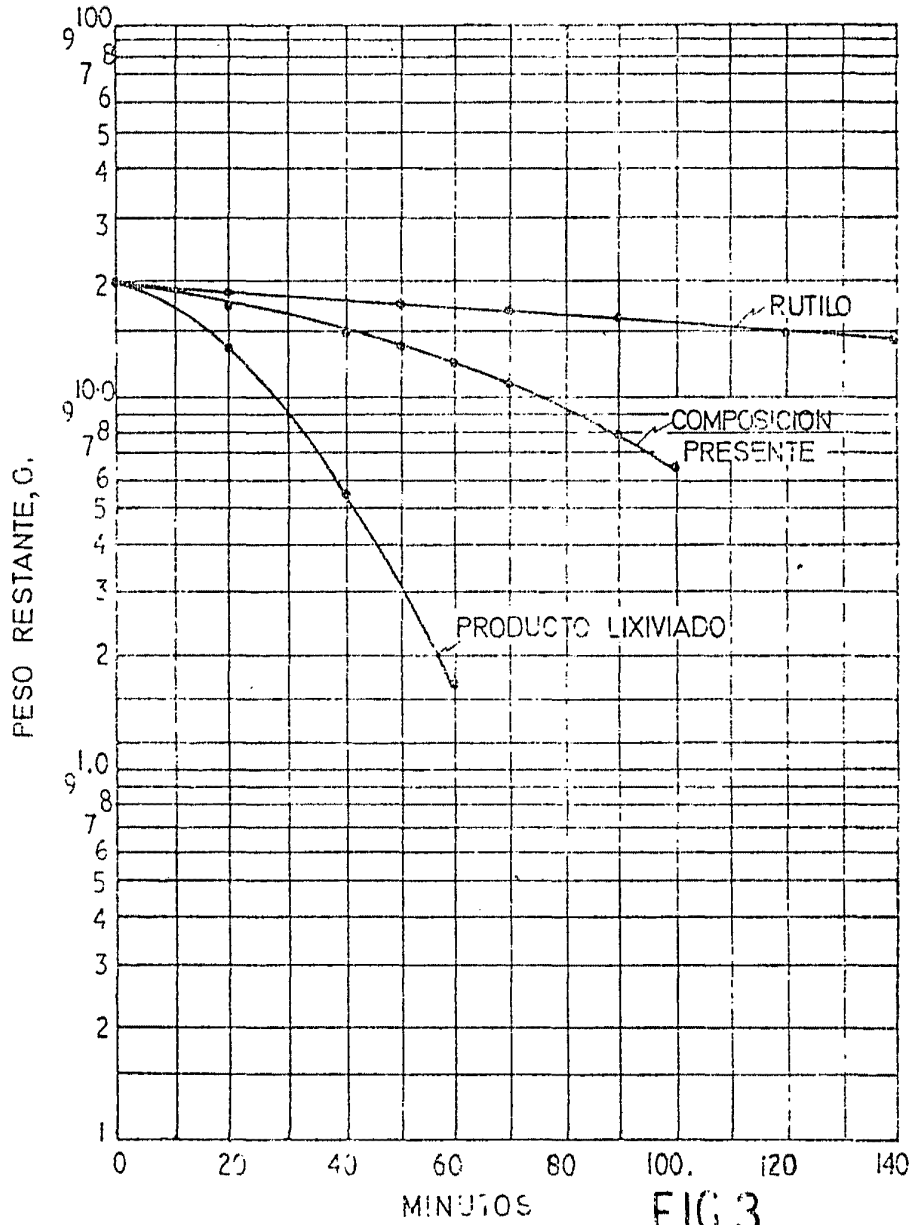


FIG. 2 B

Barcelona, 29 de abril de 1.972
p.a. **L. PONTI**

22017/6

29



22.011/6

FIG.3

Barcelona, 29 de abril de 1.972
p.a. **L. PONTI**



22.017/6

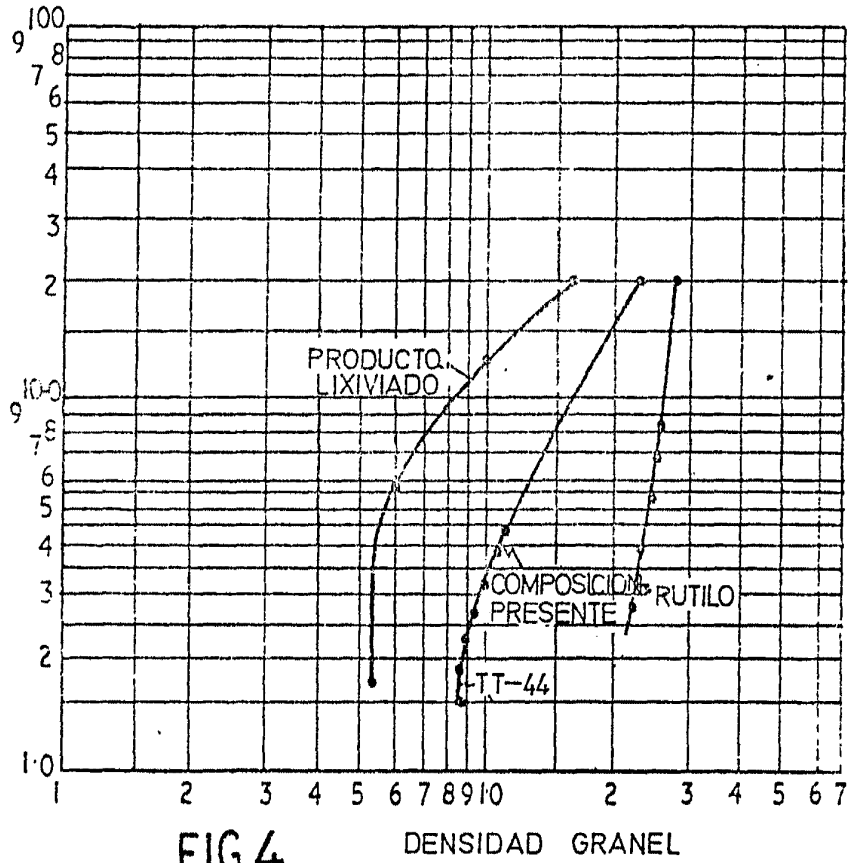


FIG.4

DENSIDAD GRANEL

Barcelona, 29 de abril de 1.972
 p.a. **L. PONTI**
[Signature]