



11

371769

371769

PATENTE DE INVENCION
por 20 años

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>C-22</u> <u>H-01</u>
SUBCLASE <u>C</u> <u>F</u>

por "PERFECCIONAMIENTOS EN LA PREPARACION DE MATERIALES FERRO-
MAGNETICOS PARA LA FABRICACION DE IMANES PERMANENTES", a favor
de D. Juan MONTORNÉS Cugat, de nacionalidad española, domici-
liado en BARCELONA, Berlín, 109, pral. 2ª.

=====

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente Patente de invención se refiere a unos
perfeccionamientos aplicados a la preparación de materiales
ferromagnéticos destinados a la fabricación de imanes perma-
nentes y caracterizados por sus elevados valores de las mag-
5. nitudes magnéticas, en particular la remanencia, la fuerza
coercitiva y la energía máxima. Tales materiales se emplearán
en aplicaciones electromagnéticas, de utilidad en Electrotec-
nia y Electrónica.

Se sabe que los polvos ferromagnéticos de fuerte
10. anisotropía magnética, es decir, polvos que difieren mucho
en magnetizabilidad según diferentes direcciones cristalográ-
ficas (anisotropía del cristal), ó polvos cuyos granos difie-
ren mucho en tamaño según distintas direcciones (anisotropía
de forma) resultan, por sus propiedades, adecuados para la
15. fabricación de imanes permanentes.

371769



- 2 -

- Las propiedades magnéticas permanentes de los citados materiales resultan tanto más manifiestas cuanto una mayor proporción de los granos resultan, por separado cada uno de ellos, dominios individuales de Weiss. Dichos polvos ferromagnéticos presentan una estructura cristalina no cúbica, exagonal como norma, la cual es inherente al mineral magnetoplumbita, y estas propiedades magnéticas vienen determinadas, por cristales únicos o mixtos en cada partícula de polvo,
5. y con una composición cualitativa que da lugar a una fórmula del tipo $MO_6Fe_2O_3$, donde M representa uno de los metales bario o estroncio. Tales materiales tienen propiedades de imanes permanentes.
- 10.

- Se ha comprobado que si los metales citados se reemplazan por calcio en un porcentaje no superior a un 47 por ciento atómico de la cantidad total, se obtienen imanes cuyos valores de la remanencia B_r , fuerza coercitiva H_c y energía máxima $B.H$ son superiores a los obtenidos con la composición $MO_6Fe_2O_3$ cuando la misma no lleva adición de calcio.
- 15.

- La citada adición viene condicionada por las temperaturas de prefusión y fusión final del material y, por lo tanto, para cada porcentaje de calcio se precisa hallar los valores de las citadas temperaturas para obtener los valores óptimos de remanencia, de fuerza coercitiva y de energía máxima.
- 20.

- Los compuestos ferromagnéticos con adición de calcio son de gran interés para la preparación de imanes permanentes de fuerza coercitiva elevada. Esta fuerza coercitiva se halla íntimamente relacionada con las dimensiones de las partículas microcristalinas que forman el imán, de manera que, si llegamos a una dimensión de partícula de los dominios de Weiss, obtendremos una fuerza coercitiva de valor máximo.
- 25.
- 30.



Si, además, las partículas monocristalinas de material ferromagnético, que tienen un cierto grado de libertad de movimiento unas respecto a otras, son alineadas en un campo magnético, unidas entre sí y fusionadas formando un bloque

5. compacto, se obtiene una permeabilidad inicial mucho mayor, en la dirección del campo magnético.

Si pulverizamos el material ferromagnético, transformándolo en partículas pequeñas, se puede asegurar que muchas de ellas quedan constituidas por un cristal único.

10. Como resultado, las partículas presentan una dirección preferencial paralelamente al eje cristalográfico principal, y, en el caso de cristales exagonales, paralelamente al eje del cristal exagonal. Dado que las partículas tienen una libertad relativa de movimiento, si se someten a la acción del campo magnético tendrán la tendencia a ocupar la posición en la cual el referido eje coincide con la dirección del campo aplicado.

Si las partículas son compactadas, la movilidad de las mismas queda reducida, de manera que las partículas orientadas quedan fijadas en su posición. Si la compactación se efectúa fuera del campo magnético, tras haber sido orientadas, la orientación paralela a las direcciones magnéticas preferenciales de las partículas se mantiene por lo menos en parte, aunque no con la intensidad de aquellas que han sido compactadas dentro del campo magnético.

Otro factor que ejerce gran influencia sobre el valor de la energía máxima, cuya magnitud viene dada por el producto $B.H$, es el estado de división del polvo magnético con anterioridad a la etapa de compresión del mismo, para formar un cuerpo magnéticamente anisotrópico. En general, para cada mezcla existe un estado óptimo de división, respecto al valor



máximo de la energía del imán permanente.

Otro factor que tiene influencia en la fabricación de los imanes y que afecta al valor de la energía máxima es el método de fusión y de enfriamiento del cuerpo magnético

5. anisotrópico, de tal forma que la temperatura de calentamiento, la velocidad de calentamiento y la de enfriamiento pueden adaptarse a las características del compuesto. De esta forma, las sustancias que no han reaccionado para formar $MO_6 Fe_2 O_3$ o que han sufrido una reacción química distinta, se disuelven
10. primeramente en la fase cristalina magnética permanente y son separadas luego como segunda fase, durante el enfriamiento que se lleva a cabo después de la fusión.

- Los imanes fabricados con material de fórmula $MO_6 Fe_2 O_3$ presentan, respecto a los imanes metálicos usualmente
15. conocidos, que contienen cobalto y níquel, el pequeño costo de la materia prima, así como la ventaja de que incluso cantidades moderadas de una fase no ferromagnética no son excesivamente perjudiciales para las propiedades magnéticas permanentes, mientras que los imanes metálicos han de satisfacer
 20. grandes exigencias en lo que se refiere a la pureza de las materias primas y a la composición molecular.

- Los perfeccionamientos objeto de la Patente introducidos en la preparación de materiales ferromagnéticos para la fabricación de imanes permanentes consisten, en substituir
25. por calcio, en un porcentaje no superior a un 47 por ciento atómico de la cantidad total, los metales de la fórmula $MO_6 Fe_2 O_3$, en donde M representa uno de los metales bario o estroncio, o compuestos de los metales en consideración, sea de los óxidos o sustancias capaces de ser convertidas en
 30. los óxidos al ser calentadas a unas temperaturas comprendidas entre los $1.100^{\circ} C.$ y los $1400^{\circ} C.$



Durante el proceso de fusión se puede presentar el inconveniente de que un tratamiento térmico demasiado intenso produzca una recristalización, obteniéndose entonces cristales que, con miras a la fuerza coercitiva de los imanes, son ex-

5. cesivamente grandes. Por el contrario, un tratamiento térmico de intensidad insuficiente da por resultado la formación de un producto excesivamente poroso, por lo que la fuerza coercitiva del material resultará disminuida.

El calentamiento o prefusión conduce a la formación

10. de un producto de reacción ferromagnética.

A continuación viene la fase de moldeo, en la cual el material ferromagnético obtenido mediante la prefusión es comprimido.

En su estado de fina división, el material se somete

15. a un campo magnético, con lo cual todos los momentos magnéticos de los cristales se orientan en la dirección del campo, permaneciendo paralelos a sus ejes cristalinos; por lo tanto, la descomposición magnética del propio momento magnético del material, al ser sometido éste a la influencia de un campo

20. magnético exterior, sirve para aprovechar la componente paralela a dicho campo.

La densidad del prensado también tiene su influencia en la obtención de unas buenas características magnéticas, ya que se ha de evitar en lo posible la existencia de espacios

25. vacíos entre los cristales, por lo cual la presión a la que se somete al producto oscila entre los valores de 500 y 700 kilogramos por centímetro cuadrado.

Finalmente, se somete la pieza prensada a una nueva fusión, en la cual la anisotropía magnética obtenida mediante

30. la prefusión resulta aumentada, adquiriendo el material la estructura cerámica que caracteriza a dicha fabricación.



También se puede llegar a la fase de moldeo sin que todo el producto esté prefusionado, es decir, que se puede reemplazar en gran parte el producto de prefusión por un material no profundido, sin que por ello quede disminuido en

5. proporción considerable el valor B.H máximo del imán permanente final.

La citada adición de material ferromagnético no profundido, no debe ser superior a un 30 por ciento en peso, pues de lo contrario podrían surgir dificultades en el moldeo de

10. las piezas. Es evidente que esta facultad de mezcla de un aditivo no profundido representa una economía apreciable, ya que solo un setenta por ciento del material de moldeo debe ser pre-fusionado, y el treinta por ciento restante no necesariamente tiene que haberlo sido.

15. A continuación se presentan algunos ejemplos de ensayos realizados con materiales del tipo citado, indicándose las características y condiciones de los mismos, así como los valores magnéticos obtenidos.

Ejemplo 1.

20. Una mezcla de 5,8 moléculas-gramo (moles) de óxido férrico y 1,1 moles de carbonato bórico se molió en un molino vibrante durante media hora, granulándose la mezcla obtenida con adición de agua y calentándose el producto durante una hora hasta una temperatura de 1.200°C, con enfriamiento posterior.

25. Se molturó la mezcla en un molino de bolas, con adición de un 50% de agua en relación al peso del material antes de la molturación, y ésta tuvo la duración necesaria para reducir las partículas a cristales elementales.

El producto obtenido se colocó entre los polos de

30. un electroimán y se prensó por ambas caras, calentándose después hasta la temperatura de 1.250°C durante 17 minutos.



11

Los valores magnéticos obtenidos fueron los siguientes:

	Remanencia, Br, en gauss	3.100	..	3.120
	Fuerza coercitiva, Hc, en oersteds	2.110	..	2.080
5.	Energía máxima B.H, en gauss-oersteds ..	$2,15 \cdot 10^{-6}$	..	$2,10 \cdot 10^{-6}$

Ejemplo 2.

Una mezcla de 6 moles de óxido férrico y 1 mol de carbonato bórico se molió en un molino vibrante durante media hora, y la mezcla obtenida fué granulada mediante la adición de agua y luego calentada durante una hora hasta una temperatura de 1.200°C, enfriándose ulteriormente. La mezcla se molturó en un molino de bolas, con adición de un 50% de agua con relación al peso del material antes de la molturación, teniendo esta operación la necesaria duración para reducir las partículas a cristales elementales.

El producto obtenido se colocó entre los polos de un electroimán y se prensó por ambas caras, calentándose después hasta la temperatura de 1.250°C, durante 17 minutos.

Los valores magnéticos obtenidos fueron los siguientes:

20.	Remanencia, Br, en gauss	3.160	..	3.160
	Fuerza coercitiva, Hc, en oersteds	2.130	..	2.115
	Energía máxima, B.H, en gauss-oersteds ..	$2,20 \cdot 10^{-6}$	..	$2,2 \cdot 10^{-6}$

Ejemplo 3.

Una mezcla de 5,8 moles de óxido férrico, 0,8 moles de carbonato bórico y 1 mol de carbonato cálcico se molió en un molino vibrante durante media hora, granulándose la mezcla obtenida con adición de agua y calentándose el producto durante una hora hasta una temperatura de 1200°C, con enfriamiento posterior. Se molturó la mezcla en un molino de bolas, con adición de un 50% de agua en relación al peso del material an



tes de la molturación, y ésta tuvo la duración necesaria para reducir las partículas a cristales elementales.

El producto obtenido se colocó entre los polos de un electroimán y se prensó por ambas caras, calentándose después
5. hasta la temperatura de 1250°C, durante 17 minutos.

Los valores magnéticos obtenidos fueron los siguientes:

	Remanencia, Br, en gauss	3.200	..	3.220
	Fuerza coercitiva, Hc, en oersteds	2.160	..	2.170
10.	Energía máxima, B.H, en gauss-oersteds .	$2,35 \cdot 10^{-6}$	..	$2,40 \cdot 10^{-6}$

Ejemplo 4.

Una mezcla de 6 moles de óxido férrico, 0,65 moles de carbonato bórico y 1,2 moles de carbonato cálcico se molió en un molino vibrante durante media hora, y la mezcla obtenida
15. da fué granulada mediante la adición de agua y luego calentada durante una hora hasta una temperatura de 1.200°C, enfriándose ulteriormente. La mezcla se molturó en un molino de bolas, con adición de un 50% de agua con relación al peso del material antes de la molturación, teniendo esta operación la
20. cesaria duración para reducir las partículas a cristales elementales.

El producto obtenido se colocó entre los polos de un electroimán y se prensó por ambas caras, calentándose después hasta la temperatura de 1250°C, durante 17 minutos.

25. Los valores magnéticos obtenidos fueron los siguientes:

	Remanencia, Br, en gauss	3.220	..	3.230
	Fuerza coercitiva, Hc, en oersteds	2.170	..	2.170
	Energía máxima, Bh, en gauss-oersteds	$2,40 \cdot 10^{-6}$	..	$2,40 \cdot 10^{-6}$

30. Ejemplo 5.

Una mezcla de 5,8 moles de óxido férrico, 0,83 moles



de carbonato de estroncio y 0,6 moles de carbonato cálcico se molió en un molino vibrante durante media hora, granulándose la mezcla obtenida con adición de agua y calentándose el producto durante una hora hasta una temperatura de 1200°C, con enfriamiento posterior. Se molturó la mezcla en un molino de bolas, con adición de un 50% de agua en relación al peso del material antes de la molturación, y ésta tuvo la duración necesaria para reducir las partículas a cristales elementales.

El producto obtenido se colocó entre los polos de un electroimán y se prensó por ambas caras, calentándose después hasta la temperatura de 1250°C, durante 17 minutos.

Los valores magnéticos obtenidos fueron los siguientes:

	Remanencia, Br, en gauss	.. .. .	3.300	..	3.310
15.	Fuerza coercitiva, Hc, en oersteds	.. ..	2.180	..	2.180
	Energía máxima, B.H, en gauss-oersteds	..	$2,45 \cdot 10^{-6}$	..	$2,45 \cdot 10^{-6}$

Ejemplo 6.

Una mezcla de 6 moles de óxido férrico, 0,72 moles de carbonato de estroncio y 0,8 moles de carbonato cálcico se molió en un molino vibrante durante media hora, y la mezcla obtenida fué granulada mediante la adición de agua y luego calentada durante una hora hasta una temperatura de 1200°C, enfriándose ulteriormente. La mezcla se molturó en un molino de bolas, con adición de un 50% de agua en relación al peso del material antes de la molturación, teniendo esta operación la necesaria duración para reducir las partículas a cristales elementales.

El producto obtenido se colocó entre los polos de un electroimán y se prensó por ambas caras, calentándose después hasta la temperatura de 1250°C, durante 17 minutos.

Los valores magnéticos obtenidos fueron los siguientes:



tes:

Remanencia, Br, en gauss	3.340	..	3.360
Fuerza coercitiva, Hc, en oersteds	2.180	..	2.200
Energía máxima, B.H, en gauss-oersteds ..	$2,50.10^{-6}$	..	$2,50.10^{-6}$

5. Todo cuanto no afecte, altere, cambie o modifique la esencia de los perfeccionamientos descritos, será variable a los efectos de la actual Patente.

N O T A.

10. Se reivindica como objeto de esta Patente de invención:

15. 1.- Perfeccionamientos en la preparación de materiales ferromagnéticos para la fabricación de imanes permanentes, caracterizados esencialmente por el empleo de materiales de fórmula empírica $MO_6 Fe_2 O_3$, donde M representa uno de los metales bario o estroncio en la cual se ha substituído uno de dichos metales por calcio, en una proporción comprendida entre el 0,02 y el 47% atómico de la cantidad total, obteniéndose polvos de propiedades ferromagnéticas que presentan una estructura cristalina no cúbica, como norma exagonal, comprendiendo el proceso de preparación, para la variación del porcentaje de calcio, la variación de las temperaturas de fusión previa y fusión final entre los valores de 1000 y 1500°C, en orden a la obtención de los valores óptimos de la fuerza coercitiva, la remanencia y la energía magnética máxima.

25. 2.-Perfeccionamientos en la preparación de materiales ferromagnéticos para la fabricación de imanes permanentes, según la reivindicación anterior, caracterizados por la exposición del material a una molturación, una fusión previa, una compactación y una fusión final, de manera que, durante la fase de compactación, mientras el material permenece en estado de partículas finas, queda sometido a la influencia de un



campo magnético exterior intenso, admitiéndose una proporción mínima de 70% de la masa del material previamente sometido a la fusión preliminar y su mezcla con un máximo del 30% de polvo no fundido previamente.

5. Sean cuales fueren las circunstancias que concurren en la esencialidad de la Patente de invención, definida en las anteriores reivindicaciones, cuyo objeto es:

3.-"PERFECCIONAMIENTOS EN LA PREPARACIÓN DE MATERIALES FERROMAGNÉTICOS PARA LA FABRICACIÓN DE IMANES PERMANENTES".

10. Consta la presente memoria de once hojas, foliadas, mecanografiadas por una sola cara.

Barcelona, 11 SEP. 1969

P.A. de D. Juan MONTORNÉS Cugat,

ALFONSO DURÁN

P.P.
Alfonso Durán