

257.407

P.- 19.576

PH. 15.489 Div

5 MAR. 1960



257407

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 16 de Abril de 1960, con el núm. 257.407.

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de N. V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda, por:

"IMAN PERMANENTE"

En la solicitud de patente española 252.340 se describen imanes permanentes de aleaciones de Mn-Al, cuyo constituyente esencial tiene la estructura cristalina tetragonal.

5

Como ejemplo de tales imanes se mencionan imanes anisotrópicos que están constituidos de partículas separadas que tienen la fase tetragonal. Estas partículas, provistas o no con un ligante, son comprimidas, si fuera necesario - seguido por un proceso de fusión, en que antes o durante la compresión, las partículas son orientadas en un campo -

10

257407



magnético.

De acuerdo con la invención, un imán permanente de -  
acuerdo con la solicitud de patente española 252.340 se ca-  
racteriza por el hecho de que tiene propiedades magnéticas  
5 anisotrópicas que son producidas por deformación.

Es sabido que en general la deformación de substan-  
cias cristalinas solamente puede tener lugar por desliza-  
miento a lo largo de los planos cristalinos o por torsión.  
Sobre la base de investigaciones en las aleaciones prece-  
10 dentes, ha resultado que es muy probable que el mecanismo-  
de la deformación en este caso se base -principalmente en-  
la torsión. Tal deformación, por ejemplo, puede ser obteni-  
da de manera ya conocida por laminación martillado, compre-  
sión, extrusión, explosión y lo similar. El grado de la --  
15 anisotropía depende del grado de deformación.

La deformación puede ser o no usada a temperaturas -  
superiores a la temperatura ambiente, en cuanto la fase te-  
tragonal está disponible.

La orientación preferencial de magnetización puede -  
20 ser aproximadamente paralela a la dirección en que la fuer-  
za o fuerzas son aplicadas o aproximadamente perpendicular  
a esta dirección. En relación con esto, es posible, por --  
ejemplo, hacer imanes permanentes anisotrópicos cilíndri-  
cos o anulares, cuya orientación preferencial de magnetiza-  
25 ción es radialmente simétrica.

Las aleaciones que tienen la estructura cristalina -  
tetragonal, en general, tienen baja resistencia contra car-  
gas por golpes. Por lo tanto, puede ser muy útil por ejem-  
plo, en el caso de deformación por medio de martillado, en  
30 volver el cuerpo magnético con una camisa de un material -

257407



deformable, para evitar que el cuerpo magnético se desinte-  
gre durante la deformación.

De acuerdo con otra característica de la invención,-  
el imán anisotrópico es hecho de partículas que son defor-  
madas de antemano, y cuyas orientaciones preferenciales re-  
sultantes están más o menos orientadas.

Estas partículas pueden ser mantenidas unidas por me-  
dio de un ligante. Este será el caso particularmente cuan-  
do las partículas deformadas tienen un tamaño compara-  
tivamente grande, por ejemplo superior a 500/u.

Si los tamaños son menores, puede ser recomendable -  
mantener unidas las partículas por fusión. En este caso el  
tamaño de partículas puede ser inferior a, por ejemplo, -  
40/u.

El imán de acuerdo con la invención puede tener un -  
(BH)<sub>max</sub> mayor que  $2,5 \cdot 10^6$  G. Oe.

Un método de fabricación de un imán permanente de --  
acuerdo con la invención se caracteriza por el hecho de --  
que la aleación de Mn-Al es sometida a por lo menos uno de  
los tratamientos térmicos para obtener la estructura cris-  
talina tetragonal de acuerdo con la solicitud de Patente -  
española 252.340 y luego es deformado.

Para la fabricación de un imán hecho de partículas,-  
las partículas pueden ser orientadas en un campo magnético  
después de la deformación.

La ligazón de las partículas puede ser lograda por -  
compresión, por medio de un ligante o no, si fuera necesa-  
rio seguida por fusión.

También es posible comprimir las partículas que tie-  
nen la estructura cristalina tetragonal en un campo magné-

257407



tico o no, después de lo cual el cuerpo así obtenido es --  
deformado.

5 El recocido de los imanes anisotrópicos a una tempe-  
ratura comprendida entre 200 y 800°C tiene una influencia-  
favorable sobre las propiedades magnéticas.

En lugar del imán anisotrópico, también las partícu-  
las deformadas pueden ser sometidas a este último recocido  
antes de su ligazón, después de lo cual el imán es produci-  
do de una de las maneras precedentemente citadas.

10 EJEMPLOS.-

1.- Una varilla, de un diámetro de aproximadamente 3 mms,  
una longitud de aproximadamente 70 mms, de una aleación --  
que tiene la composición 72% Mn y 28% Al fué horneada a --  
1150°C durante una hora y luego enfriado a una razón de --  
15 aproximadamente 25°C por segundo. En una camisa de acero -  
al Cr-Ni 25-20, la varilla fué martillada a temperatura am-  
biente hasta un diámetro que tenía una superficie de 1 mm<sup>2</sup>.  
Las propiedades magnéticas de la varilla en la dirección -  
axial, que era al mismo tiempo la orientación preferencia-  
20 eran:

$$4 \pi \frac{l}{5000} = 4400 \text{ G}$$

$$4 \pi \frac{l}{r} = 3700 \text{ G}$$

$$\frac{H}{I C} = 4000 \text{ Oe}$$

25  $\frac{H}{D C} = 2400 \text{ Oe}$

$$(BH)_{\text{max}} = 2,6 \times 10^6 \text{ G.Oe}$$

2.- 36 varillas, largo 100 ms, diámetro 3 mms, de una --  
30 aleación que tenía la composición 72% Mn y 28% Al fueron -

257407



horneadas a 1150°C durante una hora y luego enfriadas a una razón de aproximadamente 25°C por segundo. Las varillas fueron luego empotradas en un caño de acero al Cr-Ni-25-20 que tenía un diámetro interno de 20 mms y un diámetro externo de 24 mms. El cuerpo así obtenido fué martilleado hasta un diámetro interno de 12 mms. Las propiedades magnéticas en la dirección axial que era al mismo tiempo la orientación preferencial, eran:

$$\begin{array}{rcl}
 4 \text{ } \overline{\text{I}} & = & 4150, \quad \text{G} \\
 \text{2500} & & \\
 4 \text{ } \overline{\text{I}} & = & 2800 \quad \text{G} \\
 \text{r} & & \\
 \text{H} & & \\
 \text{I C} & = & 1960 \quad \text{Oe} \\
 \text{H} & & \\
 \text{B C} & = & 1400 \quad \text{Oe} \\
 (\text{BH}) & = & 1,2 \times 10^6 \text{ G.Oe} \\
 \text{max} & &
 \end{array}$$

3.- 9 varillas, diámetro 3 mms, largo 100 mms, de una aleación que tenía la composición 72% de Mn y 28% de Al fueron horneadas a 1150°C durante una hora y luego enfriadas a una razón de aproximadamente 25°C por segundo. Luego las varillas fueron introducidas en un caño de acero al Cr-Ni 25-20, diámetro interno 10 mms, diámetro externo 14 mms. Después de martillado a temperatura ambiente hasta un diámetro que tenía una superficie de 15 mm<sup>2</sup> se midieron las siguientes propiedades magnéticas en la dirección axial del cuerpo (que era al mismo tiempo la orientación preferencial).

$$\begin{array}{rcl}
 4 \text{ } \overline{\text{I}} & = & 3100 \quad \text{G} \\
 \text{r} & & \\
 \text{H} & & \\
 \text{I C} & = & 2000 \quad \text{Oe.}
 \end{array}$$

257407



$$\frac{H}{B C} = 1300 \text{ Oe.}$$

$$(BH)_{\max} = 1,35 \times 10^6 \text{ G.Oe.}$$

5 4.- El cuerpo obtenido en el Ejemplo 3 fué martillado -  
nuevamente a temperatura ambiente hasta una superficie de  
5 mm<sup>2</sup>. Las propiedades magnéticas en la dirección axial -  
eran:

$$10 \quad 4 \uparrow \uparrow I_{5000} = 4070 \text{ G}$$

$$4 \uparrow \uparrow I_r = 3470 \text{ G}$$

$$\frac{H}{I C} = 2320 \text{ Oe}$$

$$\frac{H}{B C} = 2250 \text{ Oe}$$

$$15 \quad (BH)_{\max} = 2,2 \times 10^6 \text{ G.Oe}$$

5.- El imán descrito en el Ejemplo 4 fué luego horneado  
a 300° C durante cuatro horas. Las propiedades magnéticas  
eran:

$$20 \quad 4 \uparrow \uparrow I_{5000} = 4370 \text{ G}$$

$$4 \uparrow \uparrow I_r = 3620 \text{ G}$$

$$\frac{H}{I C} = 4100 \text{ Oe}$$

$$\frac{H}{B C} = 2275 \text{ Oe}$$

$$25 \quad (BH)_{\max} = 2,4 \times 10^6 \text{ G.Oe}$$

La influencia favorable del recocido del cuerpo anisotrópico surge explícitamente de lo que antecede.

30 6.- El cuerpo magnético del Ejemplo 5 fué nuevamente re

257407



cocido a 350°C durante cuatro horas, como resultado de lo cual las propiedades magnéticas se volvieron aún mejores

$$4 \pi I_{5000} = 4615 \text{ G}$$

$$4 \pi I_r = 3870 \text{ G}$$

$$\frac{H}{I C} = 3880 \text{ Oe}$$

$$\frac{H}{B C} = 2290 \text{ Oe}$$

$$(BH)_{\max} = 2,6 \times 10^6 \text{ G.Oe}$$

7.- Finalmente, el imán del Ejemplo 6 fué nuevamente recocido a 400°C. En este caso aún se alcanzó un  $(BH)_{\max}$  de  $3,5 \cdot 10^6$  G.Oe. con los valores siguientes:

$$4 \pi I_{5000} = 4860 \text{ G}$$

$$4 \pi I_r = 4280 \text{ G}$$

$$\frac{H}{I C} = 4650 \text{ Oe}$$

$$\frac{H}{B C} = 2700 \text{ Oe}$$

$$(BH)_{\max} = 3,5 \times 10^6 \text{ G.Oe}$$

8.- Una parte de la varilla descrita en el Ejemplo 4 - fué directamente horneada a 400°C durante cuatro horas. Las propiedades magnéticas en este caso eran:

$$4 \pi I_{5000} = 5085 \text{ G}$$

$$4 \pi I_r = 4250 \text{ G}$$

$$\frac{H}{I C} = 3560 \text{ Oe}$$

$$\frac{H}{B C} = 2330 \text{ Oe}$$

257407.5



$$(BH)_{max} = 3,3 \times 10^6 \text{ G.Oe}$$

5 9.- Una aleación que tenía la composición 72% de Mn y -  
 28% de Al fué calentada a 500°C en el estado tetragonal y  
 luego martilleada en un tubo de acero al Cr-Ni. En el es-  
 tado inicial el  $4 \pi I_{8000}^H$  alcanzaba a 3810 G y el  $I C^H$  a -  
 1210 Oe. Después de martillado, el  $I C^H$  había ascendido a -  
 1620 Oe. En este estado, el imán fué calentado nuevamente  
 a 500°C y nuevamente martillado. Las propiedades magnéti-  
 cas en la dirección axial de la varilla, al mismo tiempo-  
 10 la orientación preferencial, eran:

$$4 \pi I_{8000}^H = 5280 \text{ G}$$

$$4 \pi I_r^H = 4500 \text{ G}$$

$$I C^H = 1520 \text{ Oe}$$

15  $I C^H = 1170 \text{ Oe}$

$$(BH)_{max} = 1,9 \times 10^6 \text{ G.Oe}$$

20 10.- Una varilla de una aleación que tenía la composi-  
 ción 72% de Mn y 28% Al fué laminado a través de una dis-  
 posición en forma de rodillos. La varilla se volvió aniso-  
 trópica, estando la orientación preferencial ubicada en -  
 la dirección longitudinal de la varilla. En esta direc-  
 ción el  $4 \pi I_{8000}^H = 4200 \text{ G}$  y el  $I C^H = 1940 \text{ Oe}$ . Perpendicu-  
 25 larmente a esta dirección, el  $4 \pi I_{8000}^H = 3910 \text{ G}$  y el -  
 $I C^H = 2400 \text{ Oe}$ . De esto se deduce que también de esta manera  
 puede ser fabricado un imán permanente anisotrópico.

30 11.- Una varilla de una aleación que tenía la composición  
 72% de Mn y 28% de Al fué sometida en el estado tetragonal  
 a compresión estirándola en la dirección axial. El tamaño

257407



de la varilla era diámetro aproximadamente 3 mms, largo —  
aproximadamente 50 mms. La presión total ascendió a 30 to-  
neladas. Previamente, la varilla fué envuelta en un tubo —  
de bronce que tenía un espesor de pared de 0,5 mm y fué co-  
locada en una matriz. Mediante esta forma de carga, el —  
imán se volvió anisotrópico, siendo la orientación prefe-  
rencial de magnetización perpendicular a la dirección en —  
que se había aplicado la fuerza compresora. Mostró una si-  
metría radial. Esto se dedujo de las siguientes propieda-  
des: Paralelamente a la dirección de la fuerza compresora

$$4 \begin{array}{c} \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \end{array} \begin{array}{c} I \\ 5000 \\ H \\ I \ C \end{array} = 3770 \text{ G} \\ = 1560 \text{ Oe}$$

Dirección 1 perpendicular a la fuerza compresora:

$$4 \begin{array}{c} \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \end{array} \begin{array}{c} I \\ 5000 \\ H \\ I \ C \end{array} = 4220 \text{ G} \\ = 1400 \text{ Oe.}$$

Dirección 2 perpendicular a la fuerza compresora:

$$4 \begin{array}{c} \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \end{array} \begin{array}{c} I \\ 5000 \\ H \\ I \ C \end{array} = 4250 \text{ G} \\ = 1380 \text{ Oe}$$

El estado inicial de la varilla era isotrópico:

$$4 \begin{array}{c} \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \end{array} \begin{array}{c} I \\ 5000 \\ H \\ I \ C \end{array} = 3700 \text{ G} \\ = 780 \text{ Oe}$$

12.- Una varilla como la descrita en el Ejemplo II fué —  
comprimida axialmente con una carga total de aproximademen-  
te 45 toneladas. Paralelamente al eje de la varilla se mi-  
dió un  $4 \begin{array}{c} \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \end{array} \begin{array}{c} I \\ 8000 \\ H \\ I \ C \end{array}$  de 2950 G y un  $I$  <sup>HC</sup> de 3100 Oe. Estas pro-  
piedades perpendicularmente a la dirección de la varilla —  
(simetría radial) alcanzaban a 3900 G y 2260 Oe.

13.- Un tubo de acero al Cr-Ni 25-20, con un diámetro in-  
terno de 20 mms, fué relleno con granos de una aleación-

257407

257407



que consistía de 72% de Mn y 28% de Al. Los granos, de un diámetro de aproximadamente 1 a 2 mms, fueron llevados previamente al estado tetragonal. El tubo fué luego martillado hasta un diámetro interno de aproximadamente 10 mm, como resultado de lo cual los granos se volvieron isotrópicos. Después de separar la envoltura, los granos fueron orientados en un campo magnético y comprimidos para formar un cuerpo magnético. Las propiedades magnéticas en la orientación preferencial eran:

$$\begin{aligned}
 10 \quad & 4 \pi I_r = 3600 \text{ G} \\
 & H = 2040 \text{ Oe} \\
 & B_0 \\
 & (BH)_{\text{max}} = 2,8 \times 10^6 \text{ G.Oe}
 \end{aligned}$$

15            Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda el 15 de Enero de 1.959, bajo el número 235.175, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

#### N O T A

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:

25            1.º.- Imán permanente de aleación de Mn-Al cuyo constituyente esencial tiene estructura cristalina tetragonal, caracterizado por el hecho de que presenta propiedades magnéticas anisotrópicas que son producidas por deformación.

30

257407



2º.- Imán permanente de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el imán es hecho de partículas que son deformadas previamente y cuyas orientaciones preferenciales resultantes están por lo menos orientadas principalmente.

5

3º.- Imán permanente de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que las partículas son mantenidas unidas mediante un ligante.

4º.- Imán permanente de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que las partículas son mantenidas unidas por fusión.

10

5º.- Imán permanente de acuerdo con la reivindicación 1, 2, 3 o 4, caracterizado por el hecho de que el (BH) alcanza a más de  $2,5 \cdot 10^6$  G.Oe.

15

<sup>max</sup>  
6º.- Imán permanente.

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 once hojas escritas a máquina por una sola cara.

20

Madrid, - 15 MAY. 1960

*[Handwritten signature]*  
AL SEÑOR DIRECTOR  
DEL PATENTE

G.D.S. *[Handwritten signature]*