

340726



340726

PATENTE DE INTRODUCCION

por DIEZ años

cuyo privilegio se solicita para todo el territorio nacional a favor de:

Don Jaime SANFELIU MARIMON y

Don Luis AGULLO ESTEBAN

ambos de nacionalidad española y con residencia en calle Barcelona nº 82 de Hospitalet de Llobregat, provincia de Barcelona, por:

"PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE IMANES PERMANENTES PARTIENDO DE MATERIALES MAGNETICAMENTE ANISOTROPOS".



340726

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente Patente se refiere a un -
procedimiento de fabricación de imanes permanen-
tes y está particularmente encaminada a perfec-
5 cionamientos en la fabricación de imanes perma-
nentes de materiales magnéticamente anisótropos.

Una finalidad principal de la invención
ha sido proporcionar imanes permanentes que tie-
nen excelentes propiedades magnéticas pero que -
10 son fácilmente mecanizables, por lo que pueden -
cortarse a las formas o modelos que se desee pa-
ra los fines a que pueden destinarse dichos ima-
nes. Los productos que tienen excelentes o bue-
nas propiedades magnéticas permanentes se han con-
15 seguido, hasta ahora, de aleaciones de metales,
tales como Alnico, pero estos materiales son tan
duros que no pueden cortarse o tallarse, a no ser
por amolado con muelas abrasivas. Por este moti-
vo, la forma clásica de su fabricación ha sido -
20 fundir la aleación en estado de fusión en un mol-
de que se adapta a la forma o modelo definitivo
deseado. Cuando la precisión dimensional es un -
requisito serio, la pieza de fundición se recti-
fica luego para darle la forma y dimensiones co-
25 rrectos. Evidentemente, el costo que supone este
procedimiento de fabricación es apreciable, el
acabado superficial de la pieza de fundición sin
rectificar es, generalmente, deficiente y media
una considerable variación de pieza a pieza en
30 todas las dimensiones sin rectificar.

340726

19



Más recientemente, se ha determinado experimentalmente que la ferrita de bario o ferrita barítica, que corresponde a la fórmula química general $Ba Fe_{12} O_{19}$ y similares ferritas de plomo o de estroncio, puede hacerse de forma que posea deseables propiedades magnéticas permanentes, comprimiendo partículas de la misma y sintetizando la masa de partículas comprimidas al someter la masa comprimida a altas temperaturas.

Esta técnica de preparar imanes de materiales no metálicos o de cerámica implica la necesidad de usar troqueles costosos. Además, la estructura en polvo comprimida, después de ser retirada del troquel y antes de ser sinterizada, es extremadamente frágil y tiene que tratarse con mucho cuidado, presentándose frecuentemente un elevado porcentaje de piezas inutilizables, y el producto sinterizado, en sí es más bien quebradizo y no puede mecanizarse, ni puede someterse a un uso rudo sin que se astille por los cantos. Además, a menos que la sinterización se realice muy cuidadosamente, se produce una indeseable formación de cristales que reducen la coercividad y, con ello, se viene abajo el perfeccionamiento de las cualidades magnéticas que el sinterizado tiene por objeto proporcionar. Asimismo, los productos tienen tendencia a fracturarse durante el proceso de sinterización.

Se han producido imanes mecanizables mediante la compresión o moldeo por inyección de mezclas de plástico y material magnético subdivi

340726

19



65 didos, pero no se ha llegado a conocer ningún -
procedimiento de orientación que permita la uti-
lización de las propiedades superiores peculiares
a materiales anisótropos ultrafinos en esos pro-
cedimientos y, de forma inevitable, los imanes -
resultantes son de baja energía.

70 Los imanes permanentes de materiales -
ferríticos son, potencialmente, menos caros que
las aleaciones metálicas, como es el Alnico, por
que los materiales de los que se hacen las ferri-
tas son mucho más abundantes y son más facilmen-
te asequibles. No obstante, como las ferritas son
75 de naturaleza refractaria cristalina, para empe-
zar, la técnica de prensado y de sinterización
no se adapta todavía tan bien a la producción de
imanes permanentes en una variedad de formas o
modelos como el procedimiento de fundición.

80 Los imanes permanentes obtenidos según
el procedimiento a que se refiere la presente Pa-
tente incorporan materiales magnéticamente anisó-
tropos y tienen propiedades de imán permanente -
comparables o superiores que las de los materia-
les ferromagnéticos anteriormente conocidos, pero
85 también poseen cualidades de mecanización que los
hacen aptos para su fabricación en formas o mode-
los sencillos o intrincados, como se desee, me-
diante la utilización de herramientas de corte -
normales o de instrumentos corrientes, que dis-
90 tinguen del rectificado o amolado a que se limi-
taban los productos de antes. Los productos em-
pleados en este nuevo procedimiento han sido pre-

340726



ferentemente, partículas de bario, o de estron-
cio, o ferrita de plomo, o de mezclas de ellos,
95 pero el procedimiento de fabricación a que se re-
fiere la presente Patente pueden también utilizar
se en la preparación de imanes permanentes facil-
mente mecanizables hechos de diversos elementos,
mezclas o aleaciones, tales como manganeso-bismu-
100 to, hierro finamente dividido, etc. En resumen,
poseen las propiedades perfeccionadas de imanes
permanentes de materiales anteriores, y además
la facilidad de mecanización, que en los materia-
les anteriores había sido tan deficiente, y los
105 productos acabados están limitados en cuanto a
forma o modelo solamente por los gastos nominales
producidos en la mecanización, punzonado o corte
de sólidos en general.

Con el fin de describir adecuadamente
110 el procedimiento, es conveniente hacer referen-
cia a ciertos recientes descubrimientos realiza-
dos en la naturaleza física del magnetismo. Duran-
te muchos años, de acuerdo con la teoría clásica
del magnetismo, se creyó que los átomos individua-
115 les o moléculas de una sustancia magnética se ha-
llaban en imanes elementales en sí, y que la sus-
tancia se "imantaba" cuando estos imanes elementa-
les se alineaban de cierta manera, por ejemplo, de
forma parecida a aquélla en que se alinean las li-
120 maduras de hierro cuando se diseminan sobre un pa-
pel colocado sobre los polos de un imán corriente
de forma de herradura. Sin embargo, según se des-
cribe en "Ferromagnetismo", de Bozorth, D. Van -

340726, 19 11/11



Nostrand Co., Inc.; 1951, se sabe ahora que todos
125 los materiales ferromagnéticos están compuestos
de muchos pequeños imanes o zonas espontáneamente
magnetizadas que se denominan dominios; cada uno
de los cuales está integrado por muchos átomos.
Dentro de un dominio, todos los átomos se alinean
130 en paralelo y, de este modo, se satura el dominio
aún cuando no se aplique ningún campo magnético.
Por lo tanto, se dice que el material está espon-
táneamente imantado. Cuando se cambia la imanta-
ción del material, los átomos giran juntos en gru-
135 pos (cada imán magnético alrededor de su propio
eje), permaneciendo los átomos de cada grupo pa-
raalelos entre sí, de manera que se alinean más ni-
tidamente con el campo magnético aplicado al ma-
terial. Tal y como se conoce ahora, el tamaño o
140 configuración exacto de un dominio varía según el
material; con respecto a la ferrita de bario, el
tamaño del dominio es del orden de un micrón.

En el caso de ciertos materiales de -
imán permanente de grano fino, particularmente
145 las ferritas de bario, plomo y estroncio, estos
dominios son fuertemente magnéticamente anisótro-
pos, esto es, se imantan más fácilmente (y su in-
ductancia y coercividad residuales son mejores)
si se alinean en cierta dirección cristalográfi-
ca llamada "preferida" con respecto al campo de
150 imantación. La estructura cristalina de las ferri-
tas de bario, estroncio y plomo es exagonal con
la dirección de fácil imantación dirigiéndose a
lo largo del eje de 00.1 . Ante la ausencia de es

340726, 9 MAY



155 ta alineación, la fuerza imantadora que tiene -
que aplicarse para saturar el material, esto es,
para efectuar su total imantación, es mayor y -
las características del imán a su retirada del
campo no son tan buenas como si las partículas
160 hubieran estado debidamente alineadas, Profusa-
mente, mediante microscopia electrónica, se ha -
revelado que las ferritas de bario, de estroncio
o de plomo, molidas en molino de bolas o por des-
gaste, se fracturan a lo largo de su plano basal
165 en partículas en forma de placas que tienen, e-
sencialmente, dos superficies paralelas y un pe-
rímetro de borde irregular.

El diámetro de estas placas, cuando se
trituran debidamente, es del orden de aproximada
170 mente 0.5 micrones. Peculiarmente, la dirección
preferida de imantación de las placas de ferrita
es normal a las dos superficies paralelas; esto
es, las placas de dominio se imantan con más faci-
lidad si las líneas de fuerza del campo magnéti-
175 co exterior aplicado son perpendiculares a la pla-
ca. Aparentemente, en el caso de las ferritas por
lo menos, la energía efectiva del dominio es re-
lativamente independiente del espesor de la placa.

Hasta ahora, la alineación de las par-
180 tículas de tamaño de dominio de forma que las di-
recciones preferidas de las partículas sean para-
lelas, se ha efectuado de forma magnética. Los -
dominios, que son en sí imanes elementales, han
sufuado por medio de un campo magnético aplicado
185 exteriormente y han presentado tendencia a ser

340726

MAY. 19



190 alineados por, este campo. Sin embargo cuando los dominios se empotran o incorporan en un material matriz las tensiones friccionales o la formación de dipolos de intercomunicación entre los dominios adyacentes y la inmovilidad general de los dominios contenidos en una matriz, tienden a hacer resistencia a la fuerza orientadora del campo exteriormente aplicado. En tanto que el campo ejerce un par de torsión alrededor de los dominios cuando éstos no están alineados y, con ello, tiende a alinearlos, como los dominios son muy pequeños, así es el par de torsión en relación con las fuerzas entre partículas y puede vencerlas u orientarlas tan sólo en pequeño grado, si lo hace en alguno. Por esta razón, la alineación realizada por la aplicación de un campo exterior es pequeña o solamente parcial, en el mejor de los casos, y el procedimiento es incapaz de permitir que se realicen todas las potencialidades magnéticas.

205 La esencia del presente procedimiento reside en el concepto de orientar o alinear mecánicamente los ejes magnéticos preferidos de los dominios con respecto mutuo o entre sí, más bien que hacerlo magnéticamente por medio de un campo exterior. Se ha comprobado que puede lograrse una orientación mucho mejor de esta forma, y este procedimiento puede practicarse con gran economía ya que no hay necesidad de mantener un campo magnético ni utilizar altas temperaturas.

215 De acuerdo con este nuevo procedimiento la alineación de las partículas y la posibilidad

340726

9 M



de facil mecanización, se obtienen en un imán -
 permanente del tipo de polvo consolidado por un
 procedimiento en el que las partículas, molidas
 220 a un estado apropiado de finura, preferentemente
 al tamaño de dominio, están colocadas en un me--
 dio elastomérico o plástico, como la goma, el po-
 lietileno, cloruro polivinílico plastificado, o
 similares. Heterogéneamente dispersas en este me-
 225 dio, las partículas están relativamente inmóviles
 y no puede hacerse que respondan favorablemente,
 ya que el medio en sí está relativamente inmóvil.
 Pero se ha descubierto que las partículas o domi-
 nios pueden ser obligados a descomponerse de un
 230 modelo heterogéneo de desorganización, a un mode-
 lo ordenado de orientación y de alineación, some-
 tiendo la composición a una fuerte fuerza mecáni-
 ca del tipo de deformación tangencial, tal y co-
 mo se ejerce interior y exteriormente sobre una
 235 masa conforme pasa a través de una serie de rodi-
 llos estrechamente espaciados o de una boquilla
 de extrusión. Seguidamente se describen con deta-
 lle varios procedimientos preferidos para conse-
 guir una orientación adecuada, pero para ilustrar
 240 una práctica del procedimiento, a modo de ejemplo,
 la orientación puede llevarse a cabo añadiendo -
 polvo de ferrita del tamaño del dominio a una ba-
 se de goma natural y moliendo la mezcla resultan-
 te en finas láminas por medio de un molino de go-
 245 ma corriente, del tipo de rodillos, en el que la
 mezcla se somete a la acción de rodillos de va-
 rias velocidades de rotación entre los que pasa

340726

119 MA



250 el material, preferentemente cierto número de veces. El proceso de molienda dispersa el material magnético por igual por toda la base de goma, pero como incidente de ello, también orienta los dominios, de manera que los ejes direccionales preferidos de las partículas individuales son paralelas entre sí.

255 . Aparentemente, lo que sucede es que esta operación hace girar a las partículas en forma de placas dentro de la mezcla conforme se forma la misma en una lámina, con lo que las superficies planas de las placas asumen posiciones paralelas a las superficies planas de las láminas con los ejes magnéticos preferidos de la placa normales a la superficie de la lámina. Una vez terminada la molienda, puede apilarse una pluralidad de láminas una encima de otra hasta conseguir el espesor adecuado. Las láminas apiladas pueden entonces apisonarse mediante la aplicación de presión y calor para endurecer el material matriz de las mismas, después de lo cual se imantan los productos. Alternativamente, pueden troquelarse formas de las láminas y aquéllas pueden apilarse para ser después comprimidas con el fin de producir una forma o modelo dado que después puede endurecerse e imantarse en la medida deseada. Además, las láminas individuales en sí, cuando se endurecen, pueden utilizarse individualmente para proporcionar imanes permanentes finos según se desee, para fines o usos especializados.

Estos imanes son duraderos, se mecani-

340726

19 MA



280 zan con toda facilidad y posee excelentes cualidades magnéticas, comparables incluso con las de las aleaciones Alnico. Son baratas de producir - ya que las materias primas son, de por sí, baratas, y el procedimiento no implica fases ni medios excesivamente costosos.

285 La matriz inmovilizante puede ser una composición resinosa o plástica, o un semisólido elastomérico o un líquido viscoso, en el que el polvo puede dispersarse uniformemente, y que sea capaz de endurecerse, solidificarse o curarse en

290 estado sólido de tal forma que el polvo magnético potencialmente o ferrítico molido, se endurece inmovilizando dentro de él a las partículas. La aplicación de calor y de presión a la masa después de la orientación, endurece o estabiliza la

295 goma para proporcionar la deseada coherencia sin trastornar la alineación direccional. En general, el material de base puede ser de cualquiera de la clase de materiales que, preferentemente: (a) son no magnéticos en sí; (b) no tienen ningún efecto amorfo o adverso sobre el material ferromagnético disperso dentro de él; (c) son lo suficientemente viscosos en su estado sólido, semisólido, líquido o plástico, para mantener la inmovilidad del polvo magnético que tienen dentro,

300 por lo menos durante el periodo de endurecimiento o solidificación; y (d) pueden trabajarse con la suficiente facilidad para transmitir fuerzas cortantes interiores aunque lo suficientemente plásticos para permitir que las partículas de do

340726

19 MAY.



310 minio heterogéneamente dispuestas se desplacen -
con relación entre sí, en respuesta a las fuer--
zas cortantes ejercidas por molienda o extrusión.

Aunque cuando la invención se revela con
relación al uso de ferrita de bario, plomo o es--
315 troncio, el procedimiento de orientación es igual
mente aplicable a cualquier material magnético -
anisótropo que tenga partículas del tamaño de los
dominios, cuyas partículas sean capaces de actuar
por las tensiones cortantes internas de manera -
320 que se logre la orientación. La única limitación
al material, dicho de otro modo, es que las par-
tículas posean un eje magnético preferido que se
encuentre sobre un eje geoméricamente único tal,
que las fuerzas mecánicas de compresión o momen-
325 tos de giro que actúan sobre las partículas duran
te la fase de orientación, no actuen en ninguna
otra o varias direcciones.

La orientación deseable, una vez obte-
nida, no resulta desfavorablemente afectada por
330 la subsiguiente manipulación de la composición
una vez se ha endurecido o solidificado, según
sea el caso, ni el corte o trabajado posteriores
de los imanes modelados de hojas laminadas de la
mezcla hacen que los imanes pierdan su orienta--
335 ción o propiedades magnéticas. Las fuerzas cortan
tes superficiales localizadas, tal y como se for-
man durante la mecanización del material, pueden
perjudicar la orientación de las partículas en -
una capa fina cerca de la superficie, pero estos
340 efectos son imperceptibles cuando el imán no es

340726

MAY.



de tamaño muy pequeño, ya que la parte del imán en que tiene modificada la orientación es consecuentemente pequeña en comparación con el volumen total del imán.

345 Aunque las partículas de cerámica individuales que constituyen la fase magnética del producto terminado poseen su dureza corriente, la aplicación de una herramienta cortante al producto terminado separa la matriz y, con ello, se permite fácilmente que se modele el producto. El producto puede cortarse, punzonarse, perforarse, tornearse y mecanizarse a la forma o configuración que se desee.

En los dibujos,

355 La Figura primera es una sección vertical transversal de una laminadora de goma en la que se modela en forma de lámina una mezcla de material matriz y de partículas anisótropas de material de imán permanente;

360 La figura segunda es una vista en perspectiva que representa la fase de imantación de una hoja laminada y modelada;

365 La figura tercera es una vista seccional a través de una cavidad en la que una pila o montón de modelos cortados de una lámina producida, se integra bajo presión y se magnetiza entre las piezas polares de un electroimán; y

370 La figura cuarta es una vista transversal a través de un grupo de extrusión y representa un procedimiento alterno para alinear las partículas anisótropas de material de imán permanente

340726

18 MAY



te en una matriz.

375 En los ejemplos que siguen se describen
varias maneras de llevar a la práctica el nuevo
procedimiento a que se refiere esta Patente:

EJEMPLO 1º

380 La Ferrita de Bario se reduce a polvo
al tamaño de los dominios. Si la trituration se
va a efectuar por medio de molino de bolas, la
norma preferida es moler con bolas la ferrita de
bario en agua durante 90 horas; después, retirar
el polvo del molino de bolas, secarlo y someterlo
a tratamiento térmico durante 15 minutos a una
385 temperatura de aproximadamente 1000°C, después
de lo cual el polvo se somete de nuevo a molien-
da con bolas durante otras 90 horas. Como varian-
te, la ferrita de bario puede triturarse en un mo-
lino por desgaste, utilizando granalla de acero -
inoxidable, durante un plazo de tiempo suficiente
390 para reducir las partículas al tamaño del dominio.
En general, este molino es del orden de 10 a 20
veces más rápido que el de bolas, y, por lo tan-
to, se prefiere. La fase de tratamiento térmico
es deseable porque este tratamiento aumenta la -
395 coercividad del producto final; en el caso de fe-
rrita de plomo, el aumento puede ser de hasta -
100%, aunque el efecto del tratamiento térmico es
algo menor en el caso de ferrita de bario y de es-
troncio.

400 En general, el tamaño de partículas mo-
lida debe ser del orden de 0.5 micrones, aunque -



se han obtenido imanes de buenas propiedades uti-
 lizando partículas que eran algo mayores en su -
 tamaño medio. Después de la molienda final, el -
 405 polvo se seca, se reduce cualquier aglomeración
 grumosa y está ya en condiciones de ser utiliza-
 do. El logro del tamaño de dominio puede determi-
 narse por medio de una inspección periódica del
 material con un microscopio electrónico o, más -
 410 fácilmente, aunque con algo menos de precisión,
 comparando el color de una mancha de polvo de ta-
 maño de partícula desconocido con el de una man-
 cha de polvo que se sabe es de tamaño del domi-
 nio, que, en el caso de la ferrita de bario, tie-
 415 ne un color rojo intenso. Conforme continua la -
 reducción de tamaño, el color de un polvo de fe-
 rrita de bario inicialmente tratado a alta tem-
 peratura, cambia del negro al púrpura y al casta-
 ño rojizo.

420 La base de goma apropiada o matriz a
 la que se ha añadido la ferrita, tiene la si-
 guiente composición:

	Porcentaje por peso
Goma natural	12,5
425 Acido esteárico	0,1
Oxido de zinc	0,3
Ferrita de bario	136,0
Fenil-naftilamina	0,2
Azufre	0,3
430 Disulfuro de tetrametiltiuramio ..	0,3
Sal de zinc de mercaptobenzotiozol	0,1

340726

19 M



435 Los entendidos en la materia de mezclar
composiciones elastoméricas o similares comprende
rán fácilmente que se dispone de una amplia varie-
dad de agentes de mezcla, plastificantes, vulcani-
zadores y similares, para proporcionar variacio-
nes en cuanto a trabajabilidad, endurecimiento o
dureza de la mezcla matriz, para adaptarla a fi-
nes especiales dentro de la finalidad del presen-
440 te procedimiento.

La goma utilizada en la lámina de goma
es de calidad normal. El óxido de zinc es activo
en la posterior vulcanización de la goma, mien-
tras que el ácido esteárico contribuye a activar
445 los aceleradores.

El azufre, desde luego, es el agente
endurecedor primario en el proceso de vulcaniza-
ción. Las materias orgánicas restantes son acele-
radores que entran en la vulcanización así como
450 también aceleran la acción del azufre. Las diver-
sas sustancias se agregan en el orden indicado.
Por volumen, la ferrita de bario puede añadirse
en un grado del 65% del volumen total de la mez-
cla.

455 En el proceso de mezcla y laminación,
la goma natural sin mezcla pasa primeramente a
través de una laminadora de goma de dos rodillos
con un sistema de engranajes tal que, por ejemplo,
las velocidades de los dos rodillos tengan una -
460 relación de 1,1:1 entre sí. La diferencia de velo-
cidad hace que se ejerza una tensión deslizando
sobre la goma conforme es laminada entre los ro-

340726 10



465 dillos, siendo acelerada una superficie de la goma con relación a la otra superficie, con lo que se consigue un efecto de amasamiento. La laminación sirve, así, para trabajar la goma, para ablandarla y para hacerla más bien plástica. Durante la mezcla y la laminación preferentemente se hace circular agua por dentro de los rodillos de la laminadora para mantener la mezcla a la temperatura de trabajo dentro de la gama de unos 48°C a 82°C. Si se sobrepasa esta última temperatura, la mezcla de goma puede tender a vulcanizarse prematuramente.

475 La goma cruda se mezcla en sí durante unos cinco minutos aproximadamente, durante cuyo tiempo se forma una banda uniforme con un núcleo liso entre los dos rodillos. Después de este período de tiempo, se agregan los otros materiales. Esta mezcla puede tener lugar convenientemente en un plazo aproximado de 20 minutos. Los materiales se vierten o espolvoeran por igual a lo largo de la lámina u hoja precisamente antes de que se haga pasar de nuevo entre los rodillos. Al añadir el material magnético, la goma tiende inicialmente a hacerse más blanda que antes. No se sabe si este cambio en la consistencia física de la goma pueda deberse al creciente calor de la fricción resultante del movimiento de las partículas de ferrita entre sí y la goma o, posiblemente, como consecuencia de una interacción química con la goma. Sin embargo, conforme se añaden cantidades adicionales de ferrita, desaparece el

340726



495 reblandecimiento y el producto se hace relativa-
mente rígido. Las láminas u hojas producidas ad-
quieren un grado de tenacidad que las hace adqui-
rir un automantenimiento incluso cuando el espe-
sor que tengan sea muy pequeño.

500 Después de que se han añadido todos -
los ingredientes, la mezcla de goma de lámina,
para producir las láminas preferentemente finas,
por ejemplo, de 0,5 a 0,7 m/m. Como regla gene-
ral, cuanto más fina es la lámina, más facilmen-
te se obtiene el grado deseado de orientación.

505 En los dibujos adjuntos, la figura pri-
mera representa una explicación del proceso me-
diante el cual se logra la orientación mecánica
de los dominios según el procedimiento de esta -
Patente. La figura es una sección vertical de una
510 laminadora corriente de goma. La mezcla de matriz
ferrita se presenta generalmente por 1, cuando to-
davía no ha pasado entre los respectivos rodillos
2 y 3. El rodillo 2 gira a un promedio de veloci-
dad ligeramente mayor que el rodillo 3. Las "pla-
515 cas" de ferrita de bario 4 contenidas en la mez-
cla están orientadas al azar dentro de ella, ante
los rodillos, como se representa en 1. En 5, don-
de la mezcla pasa entre los rodillos, las fuerzas
deslizantes que actúan sobre la goma debido a la
520 diferencia de velocidad de los dos rodillos, y,
adicionalmente, las fuerzas de compresión que ac-
túan conforme la goma pasa por entre los dos men-
cionados rodillos, colaboran para volcarse, por
decirlo así, sobre las placas, de manera que las

340726

19



525 superficies de todas las placas quedan aproxima-
damente paralelas a la superficie de la hoja o -
lámina de goma. Este resultado quizá no se consi-
ga con una sola pasada, pero es progresivo en pa-
sadas repetidas del material a través de los ro-
530 dillos.

En los dibujos, el tamaño correspondien-
te de las placas se ha exagerado grandemente a -
fines ilustrativos. Sin embargo, se podrá apre-
ciar facilmente que cuando un rodillo gira a ma-
535 yor velocidad superficial que el otro, el mate-
rial que se encuentra entre los rodillos está so-
metido a fuerzas deslizantes que son transmiti-
das a través de todo el espesor conforme el mate-
rial se va acomodando interiormente al nivel de
540 velocidad. Es este efecto el que motiva que las
partículas no colocadas simetricamente en el pla-
no de movimiento a través de los rodillos, se des-
placen dentro de la matriz en una actitud en la -
que están sometidas al menor movimiento giratorio
545 o en una posición en que los momentos giratorios,
en las caras opuestas de las partículas, sean -
opuestos o iguales. Por lo menos, el paso a tra-
vés de los rodillos hace que las partículas ani-
sótropas se orienten magneticamente. Esto lo con-
550 firman los análisis magnéticos y de difracción -
por rayos X.

Aunque la diferencia de velocidad de -
los rodillos produce un gradiente de velocidad -
dentro del material conforme pasa entre ellos, se
555 confiere un segundo efecto de alineación sobre -

340726



560 las partículas magnéticas del material, en razón de la reducción de espesor del material conforme pasa entre los rodillos, estén acelerados o no diferencialmente. En este caso, como lo demuestran los rodillos de las calandras, el material es arrastrado friccionalmente desde la masa o acumulación existente en la separación entre rodillos y la reducción de espesor de esta masa produce un gradiente de velocidad dentro del material que puede ser mayor o menor, según la proporción de la reducción de espesor.

570 Como se muestra en la figura cuarta se efectúa una orientación parecida, cuando la mezcla se hace pasar a través de un orificio de extrusión 45, que tiene un curso y alimentación favorablemente dispuestos al plano de la alineación deseada más bien que en forma de abertura entre los rodillos laminadores. En este caso la explicación favorable para el resultado deseado reside en el hecho de que la mezcla que se desplaza a lo largo, pero en contacto con la garganta de un orificio de extrusión 45, está sometida a más arrastre o, por lo menos, se desplaza a una velocidad diferente al promedio de velocidad a que se desplaza, la mezcla contenida en el interior de la corriente, con lo que se producen fuerzas diferenciales dentro del material que hacen que aquellas partículas anisótropas que no están colocadas en el plano de la corriente, asuman esa actitud y, por ello, se alineen con las otras. De nuevo, debe tenerse presente que

575

580

585

340726



esta explicación se da a modo de ilustración y -
no de limitación.

En la operación clásica de laminación
590 se incorpora a la goma un 65% de ferrita de bario
por volumen de la mezcla, aunque se puede añadir
una cantidad todavía mayor. Se alcanza el límite
teórico de la concentración de ferrita, esto es,
el "factor de carga", cuando la mezcla contiene
595 una concentración de partículas de ferrita que
tiendan a "interconectarse" entre sí. Cuando se
ha llegado a esta condición, las fuerzas friccio-
nales entre partículas evitan entonces que las -
fuerzas cortantes de colisión alineen las partí-
600 culas. Experimentalmente, ha resultado posible -
obtener cargas de hasta un 70% de volumen. Sin -
embargo, la mezcla sin endurecer es entonces di-
fícil de ser sometida a proceso y no tiene buena
resistencia después de su endurecimiento. La gran
605 elasticidad de los materiales con un 65% por vo-
lumen, hace que éstos sean más apropiados para -
ser utilizados en usos generales.

Una vez terminados los procesos de la-
minación y de mezcla, las delgadas láminas u ho-
610 jas que resultan de ellos pueden endurecerse y
pueden imantarse como tales, o apilarse hasta que
se obtenga un laminado del espesor deseado. Como
las partículas de ferrita del dominio de cada -
una de las láminas u hojas están alineadas de -
615 tal forma que sus direcciones preferidas son nor-
males a la lámina, cuando las láminas se apilan
en yuxtaposición facial, el laminado resultante

340726



620 presenta una dirección magnética preferida normal a sus superficies planas y así es como podrán manifestarse, sea cual sea el número de láminas que integran el laminado.

625 Aun cuando este procedimiento se ha referido particularmente en relación con las partículas en forma de placa, de las que son un ejemplo la ferrita de bario y otras, la orientación se obtiene con igual facilidad cuando las partículas se alargan, como sucede con el hierro, pero entonces deberá entenderse que su eje preferido es longitudinal a las partículas y, por lo tanto, 630 el eje preferido de la lámina estará en el plano de la lámina más que en una dirección normal al plano.

635 Con objeto de unir las hojas laminadas entre sí para formar un conjunto o todo unitario, el conjunto de los laminados superpuestos se coloca bajo una presión de aproximadamente 14 Kg/cm² por ejemplo, y se calienta a una temperatura de alrededor 93 a 94°C o a la que sea necesaria para producir el endurecimiento de la mezcla matriz.

640 En esta operación, se unen entre sí todas las hojas laminadas que estaban superpuestas. Entonces, pueden cortarse o troquelarse del cuerpo así obtenido imanes de la configuración que se desee; Durante estas operaciones, la orientación de las 645 partículas no se altera porque se mantienen inmóviles dentro de la matriz.

El producto así formado está permanentemente imantado gracias a un campo magnético, en

340726

19 M



650 el cual se coloca, con respecto al cual está si-
tuado, de manera que el campo aplicado es parale-
lo a la dirección preferida del imán. La figura
segunda por ejemplo, muestra un procedimiento a-
propiado de imantar un pequeño imán cilíndrico
fabricado de acuerdo con el procedimiento a que
655 se refiere la presente Patente. En esta figura,
10 y 11 son las piezas polares de un electroimán
que, al ser excitado, imanta a los imanes de par-
tículas de ferrita del laminado. Las líneas de -
trazos cortos 12 indican el campo magnético entre
660 las piezas polares.

El imán laminado 13 se muestra en la po-
sición de imantación correcta dentro del campo, -
indicando la flecha 14 la dirección de imantación
preferida. Como se observará, la flecha 14 es pa-
665 ralela a las líneas de fuerza 12 del campo exte-
rior. De este modo, si el polo 10 es el polo nor-
te del electroimán, la cara opuesta 15 del imán
laminado 13 será el polo sur de ese imán, y así
sucesivamente.

670 Más bien que cortar los imanes de las
hojas laminadas endurecidas, como se ha descrito
anteriormente, el imán puede obtenerse mediante
modelos troqueladores de la sección transversal
que se desee, de una sola lámina, y después lami-
675 narse y endurecerse una vez apiladas las láminas
troqueladas. Este procedimiento es deseable para
eliminar desperdicios de material, ya que los re-
cortes no endurecidos pueden volverse a trabajar
después, la figura tercera ilustra este procedi-



340726

680 miento. Las formas troqueladas 40 de las hojas
o láminas sencillas se apilan en una cavidad 41
dentro de un molde 42 que tiene piezas extremas
43 que pueden desplazarse de manera que compri-
man las hojas o láminas dentro del molde. Luego,
685 se aplica calor de cualquier forma aplicable, pa-
ra que se endurezcan las láminas.

Una muestra debidamente imantada con-
teniendo un 65% de ferrita de bario por volumen,
fabricada de acuerdo con este procedimiento, te-
690 nía una inducción residual de unos 2100 gauss, -
una coercividad de 1200 oersteds y un producto -
de energía máxima de 0.9×10^6 gauss-oersteds. El
imán puede manipularse y trabajarse libremente -
sin peligro de rotura y puede cortarse fácilmente
695 con un cuchillo u otra herramienta de filo. El mis-
mo material, medido en ángulo recto con la direc-
ción preferida de la alineación mecánica, tenía
un producto de energía máximo de $0,28 \times 10^6$ gauss-
oersteds, una inducción residual de 1200 gauss y
700 una coercividad de 800 oersteds. En lugar de iman-
tar después del endurecimiento, puede aplicarse
un campo imantador, como el representado por las
líneas 44, y mientras el imán allí formado se en-
durece en el molde haciendo que las tapas extre-
705 mas 43 del molde sirvan de por sí como piezas po-
lares de un electroimán 45.

EJEMPLO 2

Este ejemplo sigue generalmente al an-
terior, exceptuando que como material magnético

340726



710 la ferrita de plomo sustituye a la ferrita de ba-
rio.

La mezcla matriz a la cual se agrega
la ferrita de plomo puede ser igual que la des-
crita en el ejemplo anterior, exceptuando que la
715 ferrita de plomo se añade en cantidades de 116,0
partes por peso. En esta cantidad, la ferrita com-
prende un 57% por volumen de la mezcla. Pueden u-
tilizarse otros materiales matrices en lugar la
goma anteriormente indicada.

720 Con respecto a éste y a otros ejemplos
relativos a la práctica de la invención, ha de te-
nerse presente que el producto de energía máxima,
la coercividad y demás cualidades magnéticas exhi-
bidas por el material final varía en cuanto a la
725 naturaleza de la ferrita particular seleccionada,
la forma en que se prepara, el periodo de molien-
da y la naturaleza del material matriz, etc.

EJEMPLO 3

730 La ferrita de estroncio puede ser el ma-
terial ferromagnético.

La ferrita de estroncio se incorpora -
con la goma en una cantidad de 123,0 partes por
peso, siendo el peso de los demás componentes tal
y como se ha especificado anteriormente. En esta
735 cantidad, es un 62% por volumen de la mezcla.

EJEMPLO 4

Los expertos en la materia comprenderán
facilmente que puede hacerse uso de una amplia va-



riedad de materiales termoplásticos o termoesta-
 740 bles, para formar la matriz en lugar de la goma.
 Por ejemplo, el material ferromagnético puede
 incorporarse a un plástico de tipo de cloruro de
 polivinilo. En estos casos, se selecciona un mater
 745 rial que sea susceptible de laminarse entre ro--
 dillos o de ser extruido a través de un estrecho
 orificio en formas alargadas cuya superficie es
 grande con relación a su volumen. Las fuerzas des-
 lizantes producidas dentro de la mezcla durante
 la extrusión o laminación, producen un movimien-
 750 to local de orientación de una parte de la mezcla
 con relación a otra parte.

Se entenderá que las características
 químicas y físicas del material matriz particular
 seleccionado, determinarán la naturaleza exacta
 755 del proceso de laminación u orientación, pero el
 concepto fundamental sigue siendo el mismo en el
 sentido de que la mezcla laminada, sea cual sea su
 naturaleza, permite que las partículas magnéticas
 del dominio potencialmente permanentes se orienten
 760 o alineen de forma mecánica, lo que permite una
 excelente utilización de sus propiedad potencia-
 les.

Descritas suficientemente las caracteris-
 ticas fundamentales del procedimiento a que se re-
 765 fiere esta Patente se hace constar que en el mismo
 se podran introducir todas aquellas modificaciones
 que la experiencia, la practica y la tecnica pudie
 ran aconsejar, siempre que con ellas no se cambie,
 altere o modifique su idea fundamental que es la
 770 que se resume y concreta en la siguiente:

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para
 todo el territorio nacional las siguientes:



REIVINDICACIONES

- 775 1.- Procedimiento de fabricación de imanes permanentes partiendo de materiales magneticamente anisotropodos que se caracteriza por comprender las fases de mezclar partículas anisótropodas de dominio, esencialmente de un material de imán permanente,
- 780 con un material matriz no magnético y trabajable, y laminar la mezcla resultante entre rodillos en forma alargada, con lo que los ejes magnéticos preferidos de dichas partículas se alinean esencialmente de forma perpendicular a la superficie de
- 785 dicha forma alargada, adaptándose dicho material de imán permanente a ser imantado para formar un imán permanente anisótropo aplicando a dicho material un campo de imantación que se difige perpendicularmente a la superficie de dicho material.
- 790 2.- Procedimiento de fabricación de imanes permanentes partiendo de materiales magneticamente anisotropodos según la nota anterior que se caracteriza tambien por comprender las fases de mezclar esencialmente partículas del tamaño de dominio de un
- 795 material seleccionado de la clase consistente en frita de bario, de estrncio o de plomo, con un material matriz no magnético, trabajable y pasando la mezcla resultante a través de rodillos para formar un cuerpo alargado de la misma, con lo que,
- 800 como consecuencia de dicha laminación dicho cuerpo alargado despliega una dirección preferida de imantación que es esencialmente normal a su superficie, adaptándose dicho material de imán permanente anisótropo aplicando a dicho material un campo
- 805 de imantación que está dirigido perpendicularmente a la superficie de dicho material.
- 3.- Procedimiento de fabricación de imanes perma-



810 nentes partiendo de materiales magnéticamente anisotropos segun las notas anteriores que se caracteriza tambien por comprender las fases de mezclar partículas de tamaño esencialmente de dominio de un material seleccionado de la clase consistente en ferritas de bario, de estroncio de plomo, con un material matriz no magnético trabajable, y extru-
815 yendo la mezcla resultante a través de un estrecho orificio de extrusión que tiene un mínimo de paso y de resalte para formar un cuerpo alargado de la mezcla, por lo que, como consecuencia de dicha extrusión, dicho cuerpo alargado despliega una dirección preferida de imantación que es esencialmente+
820 normal a su superficie, adaptándose dicho material de imán permanente para ser magnetizado y formar un imán permanente anisótropo aplicando a dicho material un campo de imantación que está dirigido perpendicularmente a la superficie de dicho material.

4:- Procedimiento de fabricación de imanes permanentes partiendo de materiales magnéticamente anisotropos, segun las notas anteriores que se caracteriza tambien por comprender las fases de mezclar esencialmente partículas del tamaño del dominio de un material seleccionado de la clase consistente en ferritas de bario, de estroncio o de plomo, con un material matriz no magnético, trabajable,
835 seleccionado de la clase que consiste en goma, elastómeros y resinas, y laminar la mezcla resultante entre rodillos con el fin de reducir su espesor y, con ello, transformarlo en forma de hoja o lámina, con lo que los ejes magnéticos preferidos de dichas partículas se alinean de forma esencial-
840 mente paralela a la superficie de dicha hoja p lámina, adaptándose dicho material de imán perma-



845

nente a ser imantado para formar un imán permanente anisótropo aplicando a dicho material un campo de imantación que est'a dirigido perpendicularmente a la superficie de dicho material, produciéndose en su caso, sucesivas operaciones de laminación de la mezcla para la reducción progresiva del espesor de la lámina.

850

5.- Procedimiento de fabricación de imanes permanentes partiendo de materiales magneticamente anisotropos, segun las notas anteriores que se caracteriza tambien en comprender las fases de mezclar esencialmente partículas del tamaño del dominio

855

de un material seleccionado de la clase consistente en ferritas de bario, de estroncio o de plomo, con un material matriz no magnético que tiene características de trabajabilidad aproximadas de la goma sin endurecer; laminando después la mezcla

860

resultante entre rodillos para formar una lámina y hoja imantable que tiene una dirección preferida de imantación que es esencialmente perpendicular a su superficie; y laminar una pluralidad de

865

dichas hojas apiladas en unión interfacial para formar un material de imán permanente más grueso que tiene una dirección preferida de imantación que es esencialmente perpendicular a su superficie, adaptándose dicho material de imán permanente para

870

ser imantado y formar un imán permanente anisótropo aplicandp a dicho material un campo de imantación que se dirige perpendicularmente a la superficie de dicho material.

875

6.- Procedimiento de fabricación de imanes permanentes partiendo de material magneticamente anisotropos segun las notas anteriores que se caracteriza tambien por comprender las fases de colocar partículas anisotropas del tamaño esencialmente del

340726

19 MA 1967



880 dominio de una sustancia magnética permanente en
una matriz no magnética, trabajable, y después la-
minar la mezcla resultante entre rodillos para re-
ducir el espesor de dicha mezcla y, con ello, ha-
cer que dicha mezcla se haga relativamente más fina
y más alargada, con lo que las fuerzas mecánicas
885 incidentales a dicha laminación, hacen que dichas
partículas se desplacen dentro de dicha matriz en
posiciones tales que los ejes magnéticos preferi-
dos de dichas partículas adopten relaciones angula-
res esencialmente uniformes con la superficie de
dicho material, adaptándose dicho material de imán
890 permanente a ser magnetizado para formar un imán
permanente, aplicando a dicho material un campo
de imantación en una dirección paralela a la direc-
ción de los ejes magnéticos preferidos de dichas
partículas.

895 7.- PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE IMANES PERMA-
NENTES PARTIENDO DE MATERIALES MAGNETICAMENTE ANI-
SOTROPOS.

900 Todo ello tal y como ha quedado descrito
y reivindicado en la presente memoria que consta
de treinta hojas foliadas y mecanografiadas por
una sola de sus caras y una hojase de dibujos que
la ilustra.

Madrid, 19 de Mayo de 1.967.

PASCUAL CIVANTO
P. P.

Firmado: Gregorio del Pozo

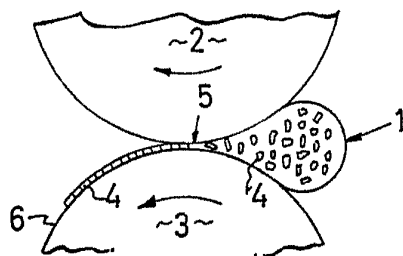


Fig. 1

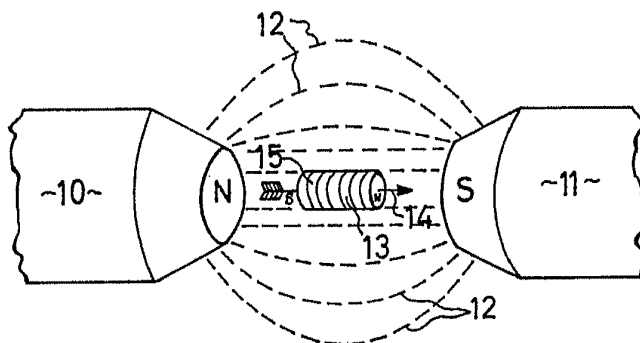


Fig. 2

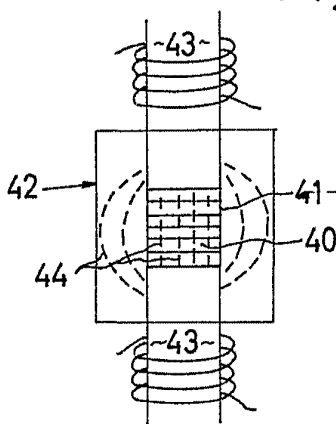


Fig. 3

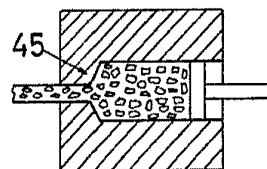


Fig. 4

ESCALA VARIABLE

Madrid, 19 de Mayo de 1.967.

PASCUAL CIVANTO
P. P.

Firmado: Gregorio del Prato