



ESPAÑA

PATENTE DE INVENCION

46 PRIORITY: 51 NUMBER 516623		52 DATE 21 de Octubre de 1.974	53 COUNTRY EE.UU. de A.
47 DATE OF PUBLICATION	54 INTERNATIONAL CLASSIFICATION HOLF	55 DIVISIONAL PATENT OF THE WHICH IT IS DERIVED	
64 TITLE OF THE INVENTION PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE DISPOSITIVOS ELECTROMAGNETICOS			
71 APPLICANT (S) WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, entidad norteamericana	CONCEDIDA		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 195 Broadway, New York, New York 10007, EE.UU. de A.			
72 INVENTOR (ES)	-8 DIC. 1976		
73 PROPRIETOR (ES)			
74 REPRESENTATIVE D. JAIME GOMEZ ACEBO Y MODET			

PATENTE DE INVENCION
=====

CHEN. H.S.2-17-1-11-(ORA)
=====

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE DISPOSITIVOS
ELECTROMAGNETICOS

=====

Solicitante: WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, entidad
norteamericana, residente en 195 Broadway, New York
New York 10007, EE.UU. de A.

=====

El invento se refiere a dispositivos electro-
magnéticos que emplean aleaciones amorfas como materiales
de alta permeabilidad magnética.

5. Se han producido muchas aleaciones metálicas
en forma amorfa (no cristalina) por métodos tales como

un enfriamiento rápido a partir del fundido. Estas aleaciones amorfas tienen propiedades magnéticas y mecánicas marcadamente diferentes a las aleaciones cristalinas de composición similar. Entre estas aleaciones amorfas se encuentran varias aleaciones que contienen níquel, que contienen hierro, y que contienen cobalto, que comprenden formadores de cristales como el fósforo y el boro. (Veáse, por ejemplo, Journal of Non-Crystalline Solids, 15 (1974) 165-178, "Amorphous Magnetism" H.O. Hooper y A.M. de Graaf, 1973, Plenum Press, New York, páginas 313-320; patente estadounidense número 3.838.365 24 de Septiembre de 1.974, concedida a M. Dutoit Diversos técnicos han estudiado las propiedades mecánicas, eléctricas, magnéticas y acústicas de dichos materiales amorfos. La caracterización de estos materiales como amorfos se debe a mediciones de difusión de rayos X que no muestran las crestas pronunciadas de difusión características de los materiales cristalinos. Esta caracterización es particularmente apropiada cuando se consideran las propiedades magnéticas de estos materiales puesto que la longitud característica de rayos X es mucho menor que la característica de distancias de los fenómenos de orden magnético. Estos materiales han demostrado poseer también muchas de las propiedades termodinámicas de los cristales. Muchos investigadores están investigando actualmente la forma de hallar aleaciones amorfas con propiedades útiles.

Los inventores de la presente han descubierto que ciertas aleaciones amorfas ricas en cobalto poseen una baja magnetoestricción junto con una elevada resistencia eléctrica y excelentes propiedades de gran permeabilidad magnéticas. Estos materiales se producen directamente en la forma neces-

ria para la fabricación de muchas clases de dispositivos magnéticos, por lo que no es necesario pasar por las numerosas etapas metalúrgicas de elaboración necesarias para reducir lingotes a la forma de alambre o de cinta necesaria para estos dispositivos.

Los materiales en cuestión son ricos en cobalto, aleaciones basadas en cobalto-hierro, que comprenden un total de un porcentaje atómico de 10 a 30 de "formadores de cristales", consistiendo el grupo de formación de cristales en P, Si, B, C, As, Ge, Al, Ga, In, Sb, Bi y Sn. La parte "metálica" de cobalto-hierro puede comprender también hasta aproximadamente un 25 % de una especie elegida de Ni, Cr, Mn, V, Ti, Mo, W, Nb, Zr, Pd, Pt, Cu, Ag, Au. Por cada valor de la proporción total de componentes "metálicos" existe una banda estrecha de composiciones que define la gama de composiciones de baja magnetoestricción. Esta banda puede variar según varía la cantidad de componente "metálico", con respecto a la cantidad de componente formador de cristales.

Se ha averiguado también que estos materiales se encuentran entre aquellos que pueden beneficiarse de un tratamiento térmico en un campo magnético. El tratamiento térmico por debajo de la temperatura de cristalización del material, en un campo magnético suficiente para poner el material en saturación técnica, da por resultado una imanación remanente aumentada y una coercividad reducida.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de composición ternaria que representa la gama de composición de cobalto, hierro y níquel dentro de la cual se encuentran las aleaciones amorfas de baja magnetoestricción; y

La figura 2 es una vista en perspectiva de un dispositivo electromagnético que sirve de ejemplo.

Descripción detallada del invento

Materiales

5 Una clase de aleaciones amorfas de baja magnetoestricción, con excelentes propiedades de alta permeabilidad, se ha encontrado dentro de la gama de composiciones representada por $(Co_a Fe_b T_c) X_{1-y}$ con $0,7 \leq a \leq 0,97$, $0,03 \leq b \leq 0,25$ y $a + b + c = 1$. Los elementos comprendidos entre paréntesis se pueden llamar los componentes "metálicos" que componen del 70 al 90% atómico de la aleación ($0,7 \leq y \leq 0,9$) y X es el grupo "formador de cristales", que compone el resto, X se elige entre P, Si, B, C, As, Ge, Al, Ga, In, Sb, Bi y Sn o una combinación de éstos elementos. T se elige entre Ni, Cr, Mn, V, Ti, Mo, V, W, Nb, Zr, Pd, Pt, Cu, Ag, y Au o una combinación de estos elementos. Los límites en el contenido de componentes "metálicos" delimita aproximadamente la gama de la composición dentro de la cual se puede obtener una baja magnetoestricción. Se necesita del 10 al 30% atómico de formadores de cristales para conseguir aleaciones amorfas suficientemente estables.

10
15
20

Los materiales anteriores se pueden producir en forma amorfa, por ejemplo enfriando de una forma extremadamente rápida el fundido, normalmente como delgadas láminas o cintas. Los formadores de cristales especificados se sabe que actúan bien en aleaciones de ferroniquel (Journal of Non-Crystalline Solids. 15 (1974) 165-178). Se ha averiguado que son eficaces las proporciones similares como formadores de cristales en las aleaciones en consideración. Se obtiene una estabilidad mejorada de la inclusión de por lo menos un 1% atómico de por lo menos un elemento elegido entre P, Si, B, C, As,

25
30

y Ge junto con un 1% atómico por lo menos de un elemento elegido entre Al, Ga, In, Sb, Bi y Sn por lo menos.

La figura 1 ilustra la gama de composición de componentes magnéticos dentro de la cual quedan las aleaciones amorfas de baja magnetoestricción que contienen níquel y que sirven de ejemplo. La magnetoestricción se observa en grado positivo en la parte superior 11 de esta gama y en grado negativo en la parte inferior 12. La línea de puntos y rayas 13 indica la posición aproximada de las aleaciones amorfas óptimas de baja magnetoestricción para aleaciones con contenido de níquel que tienen aproximadamente de un 25% atómico de componentes formadores de cristales y un 75% atómico de componentes "metálicos". Dentro de un más o menos un medio por ciento atómico en la composición de hierro, el efecto magnetoestrictivo equivale a menos del 10% del efecto magnetostrictivo observado perfectamente fuera de la línea. La variación de composición de cobalto o níquel está algo menos restringida a un contenido de hierro constante puesto que el cambio producido es prácticamente paralelo a la línea 13. Para una composición elaboradora con un contenido de hierro dentro del 0,1 % atómico de la línea, no se observa efecto magnetostrictivo cuando se prueba en el mismo aparato que el utilizado para hacer las otras mediciones. Esta línea 13 describe aproximadamente la posición de la baja magnetoestricción para aleaciones con contenido de material "metálico" dentro de más o menos 5 % atómico de la cantidad de 75 % atómico mencionada anteriormente. La ubicación de ésta línea 13 se ha determinado por datos experimentales expuestos en la tabla 1. Las aleaciones medidas pueden estar representadas por la fórmula $(\text{Co}_a \text{Fe}_b \text{Ni}_c)$

$0,75^{\text{P}} 0,16^{\text{B}} 0,06^{\text{Al}} 0,03.$

TABLA I

MUES- TRA	COMPOSICION	TEMPERATURA DE TRANSI- CION CRISTA- LINA O TEM- PERATURA DE CRISTALIZA- CION	CAMBIO DE IMA- NACION PARA UN ES- FUERZO DADO	AMORFA EN RA- YOS X
1	$(Co_{0,9}Fe_{0,1})O_{0,75}Po_{0,16}Bo_{0,06}Al_{0,03}$	76°K	+15%	si
2	$(Co_{0,95}Fe_{0,05})O_{0,75}Po_{0,16}Bo_{0,06}Al_{0,03}$	756°K	+7%	si
3	$(Co_{0,96}Fe_{0,04})O_{0,75}Po_{0,16}Bo_{0,06}Al_{0,03}$	757°K	0	si
4	$(Co_{0,98}Fe_{0,02})O_{0,75}Po_{0,16}Bo_{0,06}Al_{0,03}$	759°K	-18.5%	si
5	$Co_{0,75}Po_{0,16}Bo_{0,06}Al_{0,03}$	763°K	-35%	si
6	$(Co_{0,72}Fe_{0,08}Ni_{0,2})O_{0,75}Po_{0,16}Bo_{0,06}Al_{0,03}$	743°K	+8%	si
7	$(Co_{0,76}Fe_{0,04}Ni_{0,2})O_{0,75}Po_{0,16}Bo_{0,06}Al_{0,03}$	743°K	-29%	si

Producción de aleaciones amorfas

Se han producido aleaciones amorfas por diversos métodos que comprenden enfriamiento rápido de secciones delgadas del material fundido. Algunas técnicas comprenden la inyección de una delgada corriente de líquido en un baño de enfriamiento; otras comprende contacto de una parte delgada de líquido con un sólido frío. Estas últimas técnicas se han caracterizado bajo la descripción general de "enfriamiento laminar" Entre estas técnicas se encuentran la técnica de pistón y yunque y las técnicas que comprenden la caída de una parte de líquido entre dos rodillos en rotación contraria (H.S.Chen y C.E. Miller, Reviews of Scientific Instruments, 41 (1970) 1237) o la inyección de una delgada corriente de líquido entre rodillos en rotación contraria, como en el aparato descrito en la patente Estadounidense número 3.732.349 concedida el 8 de Mayo de 1.973 a Ho-Sou Chen et al. También se han producido metales amorfos por deposición de vapor o deposición electrolytica sobre una superficie enfriada.

En los materiales producidos por las técnicas descritas anteriormente el grado o ausencia de ordenación cristalina se ha investigado empleando técnicas tales como difusión de rayos X y difusión de haz electrónico. Estas técnicas, aplicadas a los materiales en cuestión, han demostrado que no existe una ordenación cristalina notable en un campo superior a aproximadamente 20 \AA . Como la ordenación magnética tiene lugar con una longitud característica del orden de 1000 \AA , estos materiales no presentan ordenación cristalina que se pueda ver por el sistema magnético y, por lo tanto, se pueden clasificar como amorfos para los fines de descripción magnética.

Propiedades de los materiales

Los materiales de alta permeabilidad magnética con una

gran resistividad eléctrica son necesarios para la producción de dispositivos electromagnéticos, como son inductores o transformadores, según se representa en la figura 2. En la figura 2, un transformador consiste en un núcleo magnético 20 y arrollamiento conductores 22. El núcleo 20 se devana partiendo de un alambre delgado largo o cinta 21 de una aleación magnética amorfa.

Algunas de las propiedades magnéticas de importancia en tales dispositivos son una elevada remanencia y baja coercividad. Se ha producido material magnético amorfo en la gama de composición descrita anteriormente cuyas propiedades se aproximan a las propiedades de los "permalloys" cristalinos clásicos. La consecución de una baja coercividad se suele relacionar con la consecución de un material que posee una baja magnetoestricción. Además, es conveniente una baja magnetoestricción para la producción de dispositivos cuyas propiedades han de ser insensibles a esfuerzos mecánicos durante la fabricación y a varios esfuerzos termomecánicos durante el uso. Estos materiales tienen resistividades del orden de 200 Ohmios centímetro que es un orden de magnitud superior a las resistividades de los materiales de permalloy.

Se sabe que las propiedades magnéticas de algunos materiales magnéticos se benefician del tratamiento térmico en un campo magnético. Se ha averiguado que las aleaciones amorfas de las composiciones descritas se benefician del tratamiento térmico en campo magnético. La muestra 8 tabla II (de composición similar a la muestra 3 de la tabla I) es de un material cuyas propiedades se indican antes y después del tratamiento térmico en un campo magnético.

TABLE II

MUESTRA	IMANACION DE SATURACION	IMANACION REMANENTE	COERCIVIDAD
Nº 8 antes del tratamiento térmico	6300 gauss	2840 gauss	0,023 oersted
Nº 8 despues del tratamiento térmico	6300 gauss	4500 gauss	0,013 oersted
Supermalloy Comercial	6800 gauss	5500 gauss	0,01 oersted

Se podrá ver que las propiedades del material después del tratamiento térmico son en esencia equivalentes a las propiedades del supermalloy que sirve de ejemplo. Para conseguir estos resultados sin destruir la naturaleza amorfa de la aleación, el tratamiento térmico se lleva a cabo por debajo de la temperatura de cristalización del material. Cerca del extremo superior de la gama de temperaturas del tratamiento térmico solamente es necesario mantener el material a temperaturas durante el periodo necesario para asegurar que todas las partes de la muestra hayan alcanzado la temperatura que se desea (v.g., 5 a 15 minutos en un aparato normal). Normalmente, el tratamiento térmico se lleva a cabo empleando más tiempo a temperaturas más bajas. Durante el tratamiento térmico, el campo magnético debe ser saturarse magnéticamente excepto en regiones localizadas de menor importancia. Para producir la saturación técnica, es necesario imponer un campo magnético bastante más allá de la fuerza coercitiva de la muestra y más allá de cualquier efecto de desimanciación. Los efectos de desimanciación se reducen al mínimo mediante el empleo de largas muestras delgadas o muestras enrolladas con una forma toroidal. Como la coercividad de los materiales en cuestión es normalmente muy inferior a un oersted, son suficientes campos impuestos del orden de 5 orsteds si se han eliminado prácticamente los efectos de desimanciación. El tratamiento térmico en campo magnético perpendicular al eje largo del cuerpo de la aleación amorfa produce una masa cuya imanación varía aproximadamente en proporción lineal al campo magnético cerca de un campo cero. Un material con esta propiedad se puede emplear convenientemente en dispositivos tales como transformadores de permeabilidad constante.

5

10

15

20

25

30

Ejemplos

5 Las muestras indicadas en la tabla I se produjeron
inyectando una corriente de metal fundido de la composición
deseada en el área de contacto de dos rodillos de enfriamien-
to en rotación contraria, desde un tubo de sílice fundido con
una abertura de 200 micras de diámetro. El líquido se forzó
desde el tubo imponiendo una sobrepresión de $\sim 1/2$ atmósfera
de gas Ar sobre la superficie superior del líquido. El aparato
era similar al aparato descrito en la patente Estadounidense
10 número 3.732.349, concedida el 8 de Mayo de 1.973 a Ho-Sou Chem
et al. Los rodillos tenían 5 cm de diámetro y giraban a una
velocidad de 1000 r.p.m. La elación amorfa se produjo en for-
ma de una cinta de 3 mm de anchura y aproximadamente 50 micras
de espesor.

15 La muestra 8 se trató térmicamente a 270°C durante
45 minutos en atmósfera de helio. Se enrolló sobre un mandril
de 3 cm de diámetro alrededor del cual se enrollaron 80 espi-
ras de hilo de cobre para producir un campo circunferencial.
Durante el tratamiento térmico, se hizo pasar una corriente
20 eléctrica de 3 amperios por el hilo para imponer un campo magné-
tico de 32 oerstedios sobre la muestra arrollada de un modo
toroidal.

25 Descrita suficientemente la naturaleza del invento
así como la manera de realizarse en la práctica debe hacerse
constar que las disposiciones anteriormente indicadas son suscep-
tibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su prin-
cipio fundamental.

REIVINDICACIONES

30 1.- Procedimiento de fabricación de dispositivos elec-
tromagnéticos, del tipo que comprenden una masa o cuerpo ferro-
magnético y por lo menos un trayecto eléctricamente conductivo

acoplado magnéticamente al cuerpo ferromagnético, donde el cuerpo es una aleación metálica predominantemente amorfa, caracterizado porque la aleación es una aleación de baja magnetoestricción de la composición $(Co_aFe_bY_c)_y X_{1-y}$ en la que T es por lo menos una especie elegida entre Ni, Cr, Mn, V, Ti, Mo, W, Nb, Zr, Pd, Pt, Cu, Ag y Au, siendo X por lo menos una especie elegida entre P, Si, B, C, As, y Ge y entre Al, Ga, In, Sb, Bi y Sn, teniendo y el valor de 0,7 a 0,9, a el de 0,7 a 0,97, b el de 0,03 a 0,25, y siendo $a + b + c = 1$.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque X comprende por lo menos un átomo por ciento del total de por lo menos una de las especies elegidas entre P, Si, B, C, As y Ge y por lo menos un átomo por ciento del total de por lo menos una de las especies elegidas entre Al, Ga, In, Sb, Bi y Sn.

3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque T es Ni, y es de 0,7 a 0,8 y b es de 0,03 a 0,07.

4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizado porque el cuerpo se ha tratado a una temperatura por debajo de su temperatura de cristalización mientras se somete a un campo magnético suficiente para producir una saturación magnética técnica del cuerpo.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el campo magnético se impone durante el tratamiento térmico esencialmente paralelo a la dimensión larga del cuerpo.

6.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el campo magnético se impone durante el tratamiento térmico esencialmente perpendicular a la dimensión larga del cuerpo.

7.- Procedimiento de fabricación de dispositivos electromagnéticos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 13 hojas, escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid, 19 MAYO 1976

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED

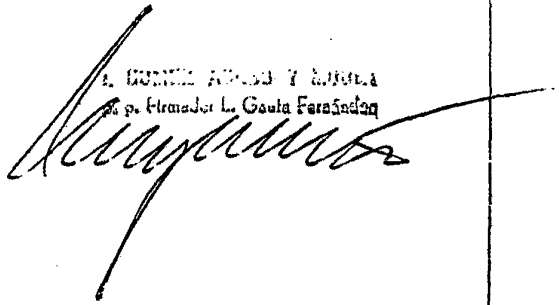
L. GONZÁLEZ ADRIÁN Y ASOCIADOS
S. A. - Avda. de L. G. González


FIG. 1

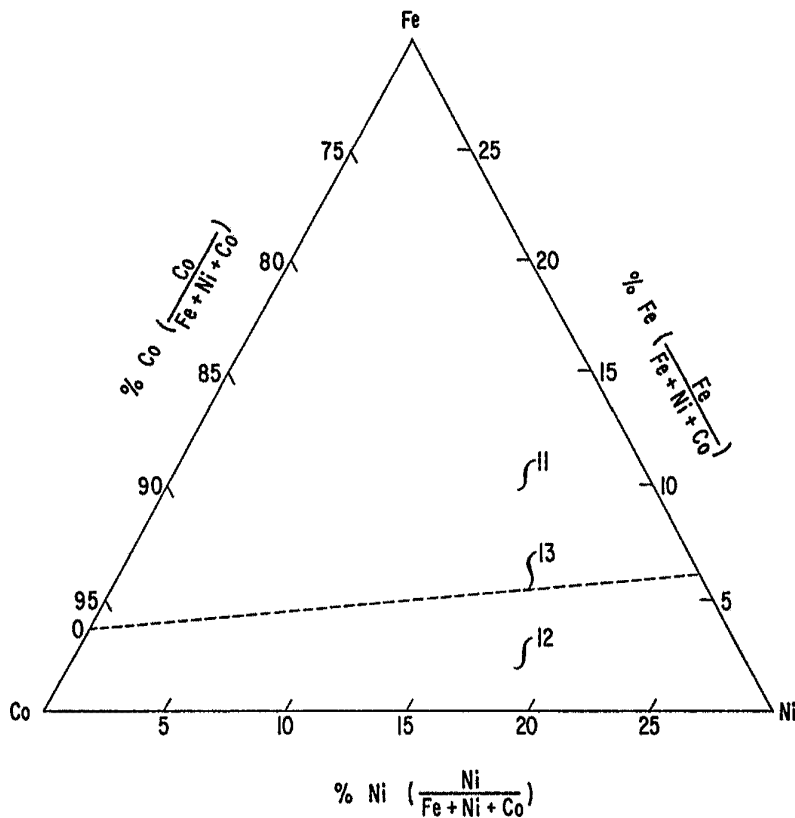
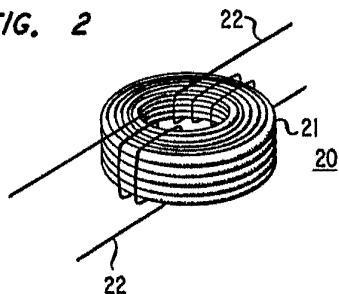


FIG. 2



ESC
 VARIABLE
 5 MAYO 1976

Máquina

LA ESCUELA TÉCNICA Y DE ARTES
 DE LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA Ferrolandia

[Handwritten signature]