

P. - 7.352.-

PHB - 30.289.-



MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

- 2 ABR. 1949

1887690

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

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

"UN METODO DE HACER UN IMAN PERMANENTE ANISOTROPICO".-

Este invento se refiere a la fabricación de imanes permanentes anisotrópicos, particularmente los hechos a partir de una aleación a base de hierro que contiene aluminio, níquel y cobalto como principales elementos de aleación.

Se sabe que pueden producirse características anisotrópicas en tales aleaciones para imanes permanentes



13 JUN

1 8 7 6 9 0

mediante un procedimiento en el cual la aleación, mientras se está enfriando desde una temperatura elevada, por ejemplo, de 1.250<sup>o</sup> C o alrededor, es sometida a la acción de un campo magnético.- Imantando subsecuentemente el imán en la misma dirección que la dirección del campo magnético aplicado durante dicho enfriamiento, se obtiene un imán permanente que tiene un  $(B_R)_{max}$  considerablemente más alto que si el enfriamiento preliminar en un campo magnético fuera omitido.- Hasta ahora, los mejores resultados se han conseguido operando de acuerdo con la Patente española número 152.149, que describe y reivindica un método de fabricar un imán permanente anisótropico que consiste en llevar al estado de anisotropia aleaciones de hierro que contienen aproximadamente 16 a 30% de Co, aproximadamente 12 a 20% de Ni y aproximadamente 6 a 11% de Al, combinado eventualmente con hasta 5% de Ti y hasta un 7% de Cu, según el cual la aleación, durante el enfriamiento desde una alta temperatura (por ejemplo, 1.200<sup>o</sup> C) para producir el endurecimiento magnético, es sometida a la acción de un campo magnético.-

Hemos descubierto ahora que se obtiene otra considerable mejora en las propiedades magnéticas de aleaciones a base de hierro para imanes permanentes, que contienen aluminio, níquel y cobalto como elementos principales de aleación si el proceso de enfriamiento en un campo magnético se aplica a aleaciones para imanes permanentes en las cuales los cristales están orientados de tal modo que una dirección (100) queda paralela a la dirección del campo magnético aplicado durante dicho proceso.-



1 8 7 6 9 0

En el caso de una composición que, de otro modo, dió un  $(BH)_{\max}$  de 5.000.000 gauss-oersted, el uso de un material que exhibía la orientación cristalina especificada dió un  $(BH)_{\max}$  de más de 8.000.000 de gauss-oersted. Hemos  
5 descubierto además que, a fin de conseguir un beneficio material de la orientación cristalina seleccionada, el material debe tener un contenido de cobalto de 10 a 40%, con preferencia de 15 a 40%, un contenido de níquel de 10 a 23%, un contenido de aluminio de 6 a 11%, y un contenido de cobre que  
10 no exceda de 7%. El titanio puede estar presente en una cantidad que no exceda de 7% y la aleación puede contener además pequeñas cantidades (a saber, menos de 1%) de tungsteno, cromo, molibdeno, vanadio, zirconio, calcio, cerio, y silicio. De acuerdo con el invento, por consiguiente, el imán perma-  
15 nente consiste en una aleación a base de hierro con un contenido de cobalto de 10 a 40%, con preferencia de 15 a 40%, un contenido de níquel de 10 a 23%, un contenido de aluminio de 6 a 11%, y un contenido de cobre de 0 a 7%, en forma de un solo cristal o de un conjunto de cristales orienta-  
20 dos de tal modo que una dirección (100) queda virtualmente paralela a la dirección del eje magnético.-

Cuando la aleación está en forma de un conjunto de cristales, los mejores resultados se consiguen cuando todos los cristales se conforman a la deseada dirección  
25 cristalina, pero pueden conseguirse resultados útiles con tal de que esencialmente más del 50% en volumen y, con preferencia, más del 70% en volumen de la aleación con-



1 8 7 6 9 0

sista en cristales orientados dentro de veinte grados de la deseada dirección.-

La aleación debe someterse a la acción de un campo magnético mientras se está enfriando desde una temperatura de 1.250<sup>o</sup> C o alrededor, de tal modo que la dirección del campo magnético aplicado sea esencialmente paralela a la dirección (100) de los cristales y al eje magnético deseado.- Después de este tratamiento térmico en un campo magnético, la aleación puede ser sometida a un tratamiento de envejecimiento en la forma conocida a una temperatura de 600<sup>o</sup> C o alrededor.-

De acuerdo con otro detalle del presente invento, las aleaciones magnéticas que exhiben la deseada estructura cristalina se producen haciéndolas solidificarse en un molde del cual es derivado el calor virtualmente en una dirección solamente, siendo esta dirección paralela a la dirección del eje magnético requerido, siendo con preferencia vertical esta dirección común, de modo que el crecimiento cristalino no quede sometido a desviación debida a corrientes de convección y a diferencias en el peso específico, como pudiera ocurrir si la dirección del crecimiento cristalino fuera horizontal.- Tal solidificación da origen a cristales direccionales (cristales columnarios) que tienen una dirección (100) que se extiende paralela a la dirección de las columnas.- El resultado deseado puede conseguirse por el uso de un molde de colada colocado en un horno a una temperatura de 1200 a 1500<sup>o</sup> C, estando el fondo del



2 ABR. 1949

1 8 7 6 9 0

molde colocado en contacto de una placa metálica artificialmente enfriada, o siendo él mismo enfriado por una corriente de aire o de otro fluido refrigerante adecuado.- Disminuyendo gradualmente el suministro de calor al horno, se hace que la aleación se solidifique progresivamente desde el fondo del molde hacia arriba.- Se forman grandes cristales columnarios que se extienden perpendicularmente a la cara enfriada del molde con una dirección (100) que se extiende paralela al eje largo de los cristales columnarios.-

10 De acuerdo con otro detalle del presente invento, la deseada orientación cristalina se obtiene haciendo que la aleación para imanes permanentes se solidifique en un molde consistente en superficies de diferente conductividad térmica, dispuestas de modo que las superficies de máxima conductividad térmica estén colocadas en ángulo recto a la dirección requerida de los cristales columnarios.- En una construcción que exhibe este detalle del invento, un molde de arena o refractario contiene superficies de enfriamiento de metal o de otro material de elevada conductividad térmica colocadas en ángulo recto al eje magnético requerido.- Las piezas de enfriamiento pueden ser macizas o pueden ser huecas y estar enfriadas por un refrigerante fluido como una corriente de agua o un chorro de aire.- Para acentuar la cristalización direccional, pueden 25 disponerse medios para el suministro de calor al molde en las regiones de baja conductividad térmica, por ejemplo, por calentadores eléctricos empotrados en la arena o en el



187690

material refractario junto a la superficie del molde.-  
Alternativamente, las porciones de enfriamiento rápido pueden ser fácilmente desmontables, y las porciones de baja conductividad térmica pueden ser calentadas a una elevada  
5 temperatura antes de montar el molde y colar la aleación para imanes.- Un efecto menor resulta si todo el molde, con inclusión de las partes de enfriamiento rápido, se calienta inmediatamente antes de la operación de colada.- Hemos comprobado que la presencia de titanio en cantidades  
10 sustanciales parece interferir con el crecimiento de los cristales columnarios, de modo que cuando se utilice el procedimiento de acuerdo con el detalle últimamente mencionado del invento, en el cual se descansa primordialmente sobre las diferencias de conductividad térmica para favorecer  
15 el crecimiento de cristales columnarios, encontramos que es necesario restringirnos al uso de composiciones que no contienen más de 0.7% de titanio, siendo definida la composición, por lo demás, por la escala antes especificada como beneficiosa en conjunto con la cristalización direccio-  
20 nal.- Aunque el efecto direccional no es tan completo como con los otros métodos a que antes se ha hecho referencia, hemos descubierto que el favorecimiento del crecimiento cristalino direccional por diferencias en la conductividad térmica de las superficies del molde es capaz de aumentar  
25 el valor de  $(BH)_{max}$  a entre 6.000.000 y 7.000.000 de gauss-oersted para una aleación que, sin crecimiento cristalino direccional, da un  $(BH)_{max}$  de entre 4.000.000 y 5.000.000 de



1 8 7 6 9 0

gauss- oersted.-

El enfriamiento en un campo magnético puede efectuarse mientras la aleación magnética está enfriándose desde la operación de colada y si las porciones de enfriamiento rápido del molde son de hierro o de otro material magnéticamente conductor, pueden usarse como piezas polares para conducir el campo magnético en la dirección deseada.- Alternativamente, la aleación puede dejarse enfriar desde el proceso de colada y después de quitar el molde, puede recalentarse para permitir la realización del tratamiento térmico magnético.-

La naturaleza del invento y la forma en que se pone en práctica se comprenderán mejor por los siguientes ejemplos específicos.-

15

E J E M P L O I

Se introdujo aleación fundida para imanes en un molde de arena, cuya cavidad tenía 100 mm. en cuadro y 120 mm. de profundidad y que contenía una fuerte placa de acero para enfriamiento rápido de 15 mm. de grueso dispuesta horizontalmente a lo largo del fondo de la cavidad del molde.- Después de la solidificación del metal, se cortaron de la porción central de la pieza colada probetas rectangulares de 35 X 35 X 10mm., de modo que uno de los lados de 35 X 10 mm. estaba formado por la cara horizontal enfriada bruscamente de la pieza colada.- Los bloques de ensayo se calentaron a 1.300° C y se dejaron enfriar a una velocidad de entre 1° y 1.5° C por segundo en un campo magnético de

25



187690

3.000 oersteds, de tal modo que la dirección del campo era perpendicular a la cara de enfriamiento rápido de la pieza colada original.- Después del enfriamiento, las probetas se sometieron a un tratamiento de envejecimiento a 585° C durante 72 horas.- Los resultados de los ensayos magnéticos para diversas composiciones se representan en la Tabla I.-

T A B L A I

10	Composición					Propiedades magnéticas		
	Al%	Ni%	Co%	Cu%	Ti%	Remanencia $B_r$	$(BH)_{max}$	Fuerza coercitiva $H_c$
	8.4	13.8	24.3	3.2	-	13.550	$8.05 \times 10^6$	725
	9.2	14.2	28.8	2.9	-	12.350	$7.65 \times 10^6$	800
	8.1	15.3	25.6	3.6	0.5	11.950	$7.25 \times 10^6$	805
	7.5	14.7	28.8	-	-	13.750	$6.70 \times 10^6$	645

E J E M P L O II

15 Se colaron probetas rectangulares de 22 mm. en cuadro y 35 mm. de altura en un molde de arena de dos partes dispuestas de modo que una mitad de las cavidades de cada caja de molde estuvieran recubiertas enteramente con  
20 arena y las cavidades restantes estuvieran formadas por paredes verticales de arena y piezas de enfriamiento rápido de acero dispuestas horizontalmente que formaban las superficies superior e inferior de las cavidades del molde.- Después de la solidificación del metal, las piezas coladas  
25 se calentaron a 1.300° C y se dejaron enfriar en un campo magnético de 3.000 oersteds dirigido paralelamente al eje más largo de las probetas y se sometieron además a un tra-



2 APR 1949

187690

tamiento de envejecimiento a 585° C durante 72 horas.- Las propiedades magnéticas se determinaron después de quitar 0.5 mm. de cada cara de las probetas y se muestran en la Tabla II que permite establecer una comparación entre las piezas normales coladas en arena y los cristales orientados formados por la acción de las piezas de enfriamiento brusco.-

T A B L A II

Composición	Piezas coladas en arena				Muestras con cristales orientados					
	Al%	Ni %	Co %	Cu%	Ti%	Remanencia (BH) <sub>max</sub>	coercitividad	Remanencia	(BH) <sub>max</sub>	Coercitividad
8.1	13.3	24.5	2.9	-	12.850	5.50x10 <sup>6</sup>	630	13050	6.05x10 <sup>6</sup>	700
7.6	14.3	25.0	3.0	0.5	12.400	4.80x10 <sup>6</sup>	655	12800	5.80x10 <sup>6</sup>	715
6.8	11.4	26.7	4.9	-	11.400	2.35x10 <sup>6</sup>	320	13500	3.90x10 <sup>6</sup>	495
8.9	16.0	36.0	4.7	-	10.150	2.10x10 <sup>6</sup>	345	11400	3.45x10 <sup>6</sup>	490
9.0	15.0	15.3	4.5	-	9.600	2.50x10 <sup>6</sup>	565	11650	4.20x10 <sup>6</sup>	685
9.5	20.3	19.9	2.2	-	8.750	1.90x10 <sup>6</sup>	605	8950	2.50x10 <sup>6</sup>	715

E J E M P L O III

Se colaron imanes cilíndricos de 22 mm. de diámetro y 19 mm. de altura en un molde consistente en paredes de arena verticales y placas de enfriamiento rápido, de acero, enfriadas por agua, dispuestas horizontalmente en la parte superior y en la inferior de la cavidad del molde.-

Las paredes de arena verticales se calentaron a



2 ABR. 1949

187690

aproximadamente 1000° C por medio de una resistencia eléctrica de calentamiento emprotrada en la arena a una distancia a 3 mm. de la cara del molde.- Los imanes se colaron a partir de una aleación que contenía 7.9% de aluminio, 5 13.1% de níquel, 25.6% de cobalto, 4.0% de cobre y el resto, hierro, y después de la solidificación se calentaron a 1.300° C y se enfriaron a una velocidad de 1.1° C por segundo en un campo magnético de 3.000 oersteds dispuesto paralelo al eje de los cilindros; los imanes se sometieron 10 además a un tratamiento de envejecimiento a 585° C durante 72 horas.- Los ensayos de los imanes mostraron un  $(BH)_{max}$  de 6.100.000 gauss-oersteds, una remanencia de 13.400 gauss y una fuerza coercitiva de 720 oersteds.- Los ensayos de los imanes preparados por la técnica normal de colada en 15 arena a partir de la misma aleación fundida mostraron un  $(BH)_{max}$  de 5.200.000 gauss-oersteds, una remanencia de 12.700 gauss y una fuerza coercitiva de 660 oersteds.-

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Gran Bretaña con fecha 6 de **Abril** de 1.948, 20 bajo el número 9676/48, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto-Ley sobre Propiedad Industrial.-

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se



2 ABR. 1949

187690

presentan para que sean objeto de la presente Patente de Invención en España por VEINTE años son los siguientes:

19.- Un método de hacer imán permanente magnéticamente anisotrópico, consistente en una aleación magnética a base de hierro, magnéticamente endurecible, que contiene aluminio, níquel y cobalto como elementos principales de aleación y que muestra una orientación cristalina preponderante (100), en el cual el campo magnético utilizado para el endurecimiento magnético se aplica paralelo a la dirección (100), y el imán es finalmente imantado por un campo aplicado en la misma dirección.-

20 20.- Un método según se reivindica en el punto 19, en el cual la aleación contiene 15 a 40% de cobalto, 10 a 28% de níquel, 6 a 11% de aluminio, 0 a 7% de cobre y 0 a 7% de titanio.-

20 30.- Un método según se reivindica en el punto 20, en el cual la aleación en estado fundido se cuela en un molde y la orientación cristalina se obtiene derivando calor de la aleación fundida en la dirección de orientación deseada de los cristales, mientras se suministra calor en una dirección transversal a la misma para impedir el crecimiento cristalino desde las paredes del molde en la dirección transversal.-

25 40.- Un método según se reivindica en el punto 30, en el cual la pieza colada se hace de tal modo que la dirección (100) es vertical.-

50.- Un método según se reivindica en el punto



1350

187630

2º, en el cual la aleación contiene hasta 0.7% de titanio y la orientación cristalina se obtiene por enfriamiento brusco.

5 6º.- Un método de hacer un imán permanente magnéticamente anisotrópico, consistente en una aleación magnética a base de hierro, magnéticamente endurecible, que contiene aluminio, níquel y cobalto como elementos principales de aleación y que muestra una orientación cristalina preponderante (100), en esencia como se ha expuesto con referencia a cualquiera de los ejemplos.-  
10

7º.- Un método de hacer un imán permanente anisotropico.-

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y para los fines que se han especificado.-

15 Esta Memoria consta de doce hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.-

Madrid,

13 JUN. 1949

P. A.

Alberto de Elzaburu

Por el Sr.

**MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL**