



ESPAÑA

19	ES	11	21	NÚMERO	459888	10	A1
		22		FECHA DE PRESENTACION			

PATENTE DE INVENCION

50	PRIORIDADES:	52	FECHA	53	PAIS
51	NÚMERO				
	696.964		17-6-76		U.S.A.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			C22F		

54	TITULO DE LA INVENCION
	"PROCESO PERFECCIONADO DE FABRICACION DE ACERO AL SILICIO ORIENTADO EN CUBOS DE CANTO".

71	SOLICITANTE (S)	La Corporación norteamericana organizada de acuerdo con - las leyes del Estado de Pennsylvania: ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES, INC.
----	-----------------	---

DOMICILIO DEL SOLICITANTE	Two Oliver Plaza PITTSBURGH, PENNSYLVANIA 15222 (U.S.A.).
---------------------------	--

72	INVENTOR (ES)	Amitava Datta, indio.
----	---------------	-----------------------

73	TITULAR (ES)	
----	--------------	--

74	REPRESENTANTE	D. Francisco GARCIA CABRERIZO.	S/Ref.: Docket RL-961 N/Ref.: O.G. 32.972/AV.
----	---------------	--------------------------------	--

La presente invención se refiere a un perfeccionamiento introducido en la fabricación de acero al silicio de grano orientado.

- Aunque las patentes estadounidenses números 3.873.381
5. 3.905.842, 3.905.843 y 3.957.546 describen una elaboración al go diferente para producir acero al silicio electromagnético inhibido por el boro; todas ellas especifican un normalizado final a una temperatura de 801,6 a 815,5°C. Mediante esta -- invención, proporcionamos un proceso que mejora los descri--
10. tos en las citadas patentes. Hablando en términos generales, hemos descubierto que puede mejorarse las propiedades magnéticas de los aceros al silicio de grano orientado inhibidos por el boro normalizando acero laminado en frío de calibre --
15. final a una temperatura de 843,3 a 1093,3°C. Y como los aceros al silicio inhibidos por el boro se caracterizan por su
20. proceso de elaboración y su composición química al contrario de los de otros tipos de acero al silicio, las descripciones de la técnica anterior de normalizado a alta temperatura, tales como las que aparecen en la patente belga nº 833.649 y
25. las patentes estadounidenses números 3.159.511 y 3.438.820 -- no tienen importancia.

Es por consiguiente un objeto de la presente inven ción proporcionar un perfeccionamiento introducido en la fabricación de acero al silicio de grano orientado.

25. De acuerdo con la presente invención se somete un caldo de acero al silicio conteniendo de 0,02 a 0,06% de car bono, de 0,0006 a 0,0080 % de boro, hasta el 0,0100% de ni--
30. trogeno, no más del 0,008% de aluminio y del 2,5 al 4,0% de silicio a los pasos convencionales de colada, laminado en ca liente, uno o más laminados en frío a un espesor no mayor de

0,508 mm, un normalizado intermedio cuando se emplea dos o más laminados en frío, el descarburado a un nivel de carbono inferior a 0,005%, la aplicación de un revestimiento de base de óxido refractario, y el recocido a la textura final; y el

5. perfeccionamiento que comprende el paso consistente en normalizar el acero laminado en frío a una temperatura de 843,3 a 1093,3°C en una atmósfera portadora de hidrógeno. La elaboración específica, en cuanto a los pasos convencionales, no es crítica y puede realizarse de acuerdo con lo especificado en

10. un cierto número de publicaciones incluyendo la patente estadounidense n° 2.667.557 y las otras patentes citadas anteriormente. Igualmente, el término colado está destinado a incluir los procesos de colada continua. Puede incluirse también un termotratamiento de bandas laminadas en caliente dentro del alcance de la presente invención. Se prefiere, no obstante, laminar en frío el acero a un espesor no superior a 0,508 mm, sin un recocido intermedio entre pasadas de laminado en frío; a partir de una banda laminada en caliente que tiene un espesor comprendido entre 1,27 y 3,04 mm aproximadamente.

20. Los caldos de acero consistentes esencialmente en, por peso, 0,02 a 0,06% de carbono, 0,015 a 0,15% de manganeso, 0,01 a 0,05% de material del grupo consistente en azufre y selenio, 0,0006 a 0,0080% de boro, hasta el 0,0100% de nitrógeno, 2,5 a 4,0% de silicio, hasta el 1,0% de cobre, no más

25. del 0,008% de aluminio, siendo el resto hierro, han resultado ser particularmente adaptables a la presente invención. Los niveles de boro son usualmente superiores al 0,0008%. El revestimiento de base de óxido refractario contiene usualmente al menos 50% de MgO. El acero producido de acuerdo con

30. la presente invención tiene una permeabilidad de por lo menos

1870 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oerstedios. Preferiblemente, el acero tiene una permeabilidad de por lo menos 1890 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oerstedios y una pérdida en el núcleo de no más de 0,700 vatios -- por cada 454 gr. a 17 kilogaussios.

5. El acero es normalizado a una temperatura de -- 843,3°C a 1093,3°C, y preferiblemente entre 871,1 y 1037,7°C, para recristalizar el acero laminado en frío. El calentamiento a dicha gama de temperatura se produce usualmente en un período de menos de 5, e incluso 3, minutos. La atmósfera --
10. portadora de hidrógeno puede consistir esencialmente en hidrógeno o bien en hidrógeno mezclado con nitrógeno. Se ha -- utilizado con éxito una mezcla de gas que contenía 80% de nitrógeno y 20% de hidrógeno. El punto de rocío de la atmósfera está comprendido usualmente entre -62,2 y 65,5°C, y generalmente entre -17,7 y 43,3°C. El tiempo que permanece a dicha temperatura está comprendido usualmente entre 10 segundos y 10 minutos.

- Para fomentar más la descarburación, el acero normalizado puede ser mantenido dentro de una gama de temperatura comprendida entre 759,9 y 843,3°C, durante un período --
20. de por lo menos 30, y preferiblemente, por lo menos 60 segundos. Esta gama de temperatura ha sido elegida porque la descarburación progresa del modo más efectivo a una temperatura de aproximadamente 801,6°C. Las atmósferas para este tratamiento son tal como las descritas más arriba con respecto al --
25. normalizado de 843,3°C a 1093,3°C. Los puntos de rocío están comprendidos entre -6,6 y 65,5°C, y generalmente entre 4,4 y 43,3°C.

- Los ejemplos que siguen son ilustrativos de varios --
30. aspectos de la invención.

EJEMPLO I

Se colaron cuatro muestras (muestras A, B, C y D) de acero al silicio y se transformaron en acero al silicio - que tenía una orientación en cubos de canto partiendo de una carga de acero al silicio. La composición química de la carga aparece seguidamente en la Tabla I.

TABLA I

		Composición (% en peso)							
	C	Mn	S	B	N	Si	Cu	Al	Fe
10.	0,043	0,035	0,020	0,0009	0,0049	3,24	0,34	0,004	Resto

La elaboración de las muestras incluyó la termofusión a una temperatura elevada durante varias horas, el laminado en caliente a un calibre nominal de 2,03 mm, el normalizado de las bandas laminadas en caliente a una temperatura de aproximadamente 948,8°C, el laminado en frío al calibre final, el normalizado final como se describe más adelante, el revestimiento con un revestimiento de base de óxido refractario y el recocido a la textura final a una temperatura máxima de 1176,6°C en hidrógeno. Las condiciones del normalizado final son expuestas seguidamente en la Tabla II.

TABLA II

	Muestra	Temperatura (°C)	Atmósfera (%)	Punto de recocido (°C)	Tiempo (Minutos)
	A <sup>II</sup>	801,6	80N - 20H	+ 9,9	2
25.	B <sup>III</sup>	871,1	80N - 20H	+ 9,9	5
	C <sup>III</sup>	982,2	80N - 20H	+ 9,9	5
	D <sup>III</sup>	1037,7	80N - 20H	+ 9,9	5

<sup>II</sup> Tiempo de calentamiento - más de 5 minutos a temperatura

<sup>III</sup> Tiempo de calentamiento - aproximadamente 2 minutos a temperatura.

Se ensayaron las muestras A a D para determinar su permeabilidad y pérdida en el núcleo. Los resultados de los ensayos aparecen seguidamente en la Tabla III.

TABLA III

5.	Muestra	Pérdida en el núcleo (WPP a 17 KB)	Permeabilidad (a 10 O <sub>g</sub> )
	A	0.753	1856
	B	0.631	1925
	C	0.626	1927
10.	D	0.635	1930

Por la Tabla III, se ve claramente que el proceso de elaboración de la presente invención es altamente beneficioso para las propiedades del acero al silicio que tiene una orientación en cubos de canto. Se observa una mejora tanto en la pérdida en el núcleo como en la permeabilidad cuando el acero laminado en frío es normalizado a una temperatura superior a 843,3°C. La muestra A normalizada a 801,6°C tenía una permeabilidad de 1856 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oerstedios mientras que las muestras B, C y D, que fueron normalizadas respectivamente a las temperaturas de 871,1, 982,2 y 1037,7 °C, tenían todas unas permeabilidades superiores a 1900 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oerstedios. De un modo similar, todas las muestras B, C y D tenían una pérdida en el núcleo de menos de 0,700 vatios por cada 454 gr. a 17 kilogaussios, mientras que la pérdida en el núcleo de la muestra A era de 0,753 vatios por cada 454 gr a 17 kilogaussios.

EJEMPLO II

Se colaron seis muestras adicionales (muestras E, F, G, H, I y J) de acero al silicio y se transformaron en acero al silicio que tenía una orientación en cubos de canto

- partiendo de la carga de acero al silicio descrita más arriba en la Tabla I. La elaboración de las muestras incluyó la ter modifusión a una temperatura elevada durante varias horas, - el laminado en caliente a un calibre nominal de 2,03 mm, la
5. normalización de las bandas laminadas en caliente a una temperatura de aproximadamente 948,8°C, el laminado en frío al calibre final, el normalizado final como se describe más adelante, el revestimiento con un recubrimiento de base de óxido refractario y el recocido a la textura final a una temperatura máxima de 1176,6°C en hidrógeno. Las condiciones de -
10. normalizado final son expuestas seguidamente en la Tabla IV. Como puede observarse en la misma, las muestras F, G, H, Y y J recibieron un normalizado doble. El contenido de carbono -
15. de todas las muestras era inferior al 0,005% después del normalizado. El normalizado tuvo lugar en una atmósfera de 80% de N<sub>2</sub> - 20% de H<sub>2</sub>.

TABLA IV

20.	Muestra	Primer normalizado			Segundo normalizado		
		Temp. (°C)	Punto de rocío (°C)	Tiempo (Minutos)	Temp. (°C)	Punto de rocío (°C)	Tiempo (Minutos)
	E	801,6 <sup>¶</sup>	9,9	2			
	F	871,1 <sup>¶¶</sup>	9,9	5	801,6 <sup>¶</sup>	9,9	2
	G	982,2 <sup>¶¶</sup>	9,9	2	801,6 <sup>¶</sup>	9,9	2
	H	982,2 <sup>¶¶</sup>	9,9	2	801,6 <sup>¶</sup>	9,9	2
25.	I	982,2 <sup>¶¶</sup>	9,9	5	801,6 <sup>¶</sup>	9,9	2
	J	982,2 <sup>¶¶</sup>	9,9	5	801,6 <sup>¶</sup>	9,9	2

<sup>¶</sup> Tiempo de calentamiento - más de 5 minutos a temperatura

<sup>¶¶</sup> Tiempo de calentamiento - aproximadamente 2 minutos a temperatura.

30. Se ensayaron las muestras E a J para determinar su

permeabilidad y pérdida en el núcleo. Los resultados de los ensayos aparecen seguidamente en la Tabla V.

TABLA V

Muestra	Pérdida en el núcleo (WPP a 17 KB)	Permeabilidad (a 100 g)
5. E	0.744	1856
F	0.671	1899
G	0.676	1917
H	0.653	1896
10. I	0.667	1914
J	0.672	1904

Por la Tabla V, se ve una vez más claramente, que el proceso de elaboración de la presente invención es altamente beneficioso para las propiedades de acero al silicio que tiene una orientación en cubos de canto. Se observa una mejora tanto en la pérdida en el núcleo como en la permeabilidad cuando el acero laminado en frío es normalizado a una temperatura superior a 843,3°C. La muestra E normalizada a 801,6 °C tenía una permeabilidad de 1856 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oerstedios mientras que las muestras F a J que fueron normalizadas a temperaturas de 871,1 y 982,2°C tenían todas unas permeabilidades superiores a 1890 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oerstedios. De un modo similar, todas las muestras F a J tenían una pérdida en el núcleo de menos de 0,700 vatios por cada 454 gr. a 17 kilogaussios, mientras que la pérdida en el núcleo de la muestra E era de 0,744 vatios por cada 454 gr. a 17 kilogaussios. El renormalizado a 801,6°C fomentó la descarburación; pero como resulta evidente de una comparación de las tablas II y III por una parte, y de las Tablas IV y V por otra parte, ocasionó algún deterioro en sus propiedades. Como se ha indicado más

arriba se incluye un renormalizado a una temperatura comprendida entre 759,9 y 843,3°C dentro de ciertas realizaciones de la presente invención ya que la descarburación progresa de un modo más efectivo a temperaturas de aproximadamente --

5. 801,6°C.

Resultará evidente para los especialistas en la materia que los nuevos principios de la invención aquí descritos en relación con ejemplos específicos de la misma sugerirán otras diversas modificaciones y aplicaciones de ella. Se desea por consiguiente que, al considerar el alcance de las reivindicaciones que siguen, las mismas no sean limitadas a los ejemplos específicos de la invención aquí descrita.

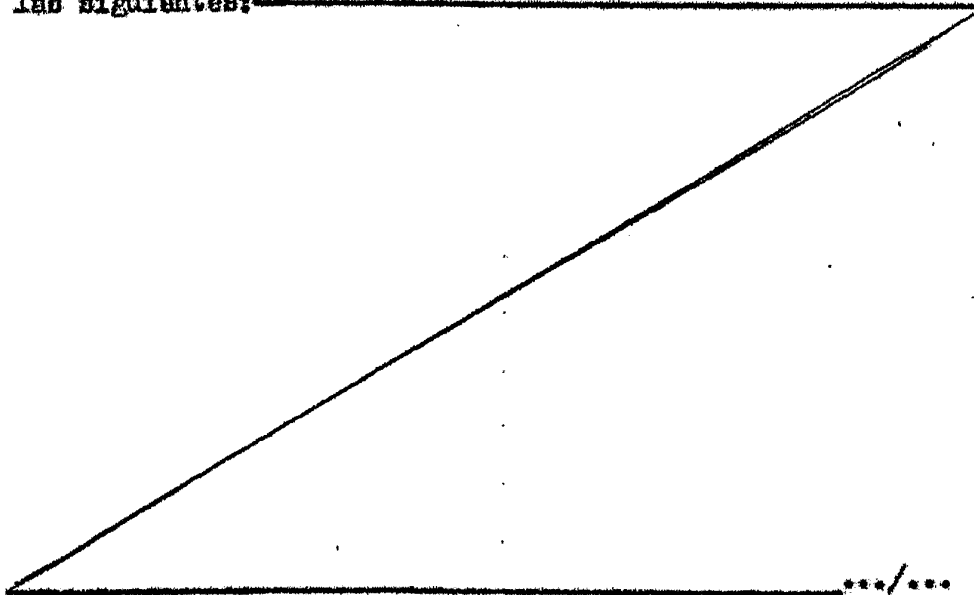
N O T A

La Patente de Invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "PROCESO PERFECCIONADO DE FABRICACION DE ACERO AL SILICIO ORIENTADO EN CUBOS DE CANTO", con Prioridad de la solicitud de Patente en U.S.A. nº 696.964, de fecha 17 de Junio de 1976, según las características esenciales de --

20. las siguientes:-----

25.

30.



REIVINDICACIONES

1ª.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, y una permeabilidad de por lo menos 1870 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oersteds, cuyo proceso in-

5. cluye los pasos consistentes en: preparar un caldo de acero al silicio que contiene de 0,02 a 0,06 % de carbono, de -- 0,0006 a 0,0080% de boro, hasta el 0,0100% de nitrógeno, no más del 0,008% de aluminio y del 2,5 al 4,0% de silicio; co-

10. lar dicho acero; laminar en caliente dicho acero; laminar en frío dicho acero a un espesor no superior a 0,508 mm; descarburar dicho acero a un nivel de carbono inferior al 0,005%; aplicar un revestimiento de base de óxido refractario a di-

15. cho acero; y recocer dicho acero a la textura final; se ca- racteriza por comprender el paso consistente en normalizar - dicho acero laminado en frío a una temperatura de 843,3 a -- 1093,3°C en una atmósfera portadora de hidrógeno, con el fin de recristalizar el acero laminado en frío.

2ª.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la --

20. reivindicación 1, en el que dicho caldo de acero contiene -- por lo menos 0,0008% de boro.

3ª.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la --

25. reivindicación 2, en el que dicho acero laminado en frío es normalizado a una temperatura de 871,1 a 1037,7°C.

4ª.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la --

30. reivindicación 2, en el que dicho acero laminado en frío es calentado a una temperatura comprendida dentro de dicha gama de temperatura de normalizado durante un período de menos de

*20*

5 minutos.

5. 5<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho período es inferior a 3 minutos.

10. 6<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha atmósfera portadora de hidrógeno tiene un punto de rocío comprendido entre  $-62$  y  $-65,5^{\circ}\text{C}$ .

15. 7<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha atmósfera portadora de hidrógeno tiene un punto de rocío comprendido entre  $-17,7$  y  $43,3^{\circ}\text{C}$ .

8<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha atmósfera portadora de hidrógeno consiste esencialmente en hidrógeno y nitrógeno.

20. 9<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho acero normalizado es mantenido en una atmósfera portadora de hidrógeno durante un período de por lo menos 30 segundos dentro de una gama de temperatura comprendida entre  $759,9$  y  $843,3^{\circ}\text{C}$ , para fomentar la descarburation de dicho acero.

30. 10<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho período es de por lo menos un minuto.

20

11<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho acero normalizado es mantenido en una atmósfera portadora de hidrógeno que tiene un punto de rocío comprendido entre  $-6,6$  y  $65,5^{\circ}\text{C}$  a dicha gama de temperatura entre  $759,9$  y  $843,3^{\circ}\text{C}$ .

12<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho acero normalizado es mantenido en una atmósfera portadora de hidrógeno que tiene un punto de rocío comprendido entre  $4,4$  y  $43,3^{\circ}\text{C}$  a dicha gama de temperatura entre  $759,9$  y  $843,3^{\circ}\text{C}$ .

13<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho acero normalizado es mantenido en una atmósfera portadora de hidrógeno consistente esencialmente en hidrógeno y nitrógeno a dicha gama de temperatura entre  $759,9$  y  $843,3^{\circ}\text{C}$ .

14<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho acero laminado en frío es normalizado a una temperatura comprendida entre  $871,1$  y  $1037,7^{\circ}\text{C}$  en una atmósfera portadora de hidrógeno que tiene un punto de rocío comprendido entre  $-17,7$  y  $43,3^{\circ}\text{C}$ , y es mantenido posteriormente en una atmósfera portadora de hidrógeno que tiene un punto de rocío comprendido entre  $4,4$  y  $43,3^{\circ}\text{C}$  durante un período de por lo menos 30 segundos dentro de una gama de temperatura comprendida entre  $759,9$  y  $843,3^{\circ}\text{C}$ .

15<sup>a</sup>.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la

reivindicación 2, en el que dicho acero laminado en caliente tiene un espesor comprendido entre 1,27 y 3,04 mm aproximadamente y en el que dicho acero laminado en caliente es laminado en frío a un espesor de no más de 0,508 mm sin un recocido intermedio entre pasadas de laminado en frío.

5. 16ª.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho caldo de acero consiste esencialmente en, por peso, 0,02 a 0,06 % de carbono, 0,015 a 0,15% de manganeso, 0,01 a 0,05 % de material del grupo consistente en azufre y selenio, 0,0006 a 0,0080 % de boro, hasta el 0,0100% de nitrógeno, de 2,5 a 4,0 % de silicio, hasta el 1,0% de cobre, no más del 0,008% de aluminio, siendo el resto hierro.

15. 17ª.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicho caldo de acero contiene por lo menos 0,0008% de boro.

20. 18ª.- Proceso perfeccionado de fabricación de acero al silicio orientado en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho acero al silicio orientado tiene una permeabilidad de por lo menos 1890 (G/O<sub>g</sub>) a 10 oers tedios y una pérdida en el núcleo de no más de 0,700 vatios por cada 454 gr a 17 kilogaussios.

25. 19ª.- "PROCESO PERFECCIONADO DE FABRICACION DE ACERO AL SILICIO ORIENTADO EN CUBOS DE CANTO".

Según queda sustancialmente descrito en la presente

.../...

40

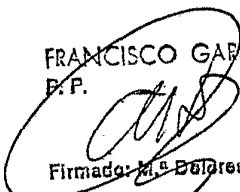
memoria que consta de trece hojas, escritas a máquina por --  
una sola cara.

Madrid, 7 JUN. 1977

ALLEGHENY LUDLUM INDUS-  
TRIES, INC.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P.P.

  
Firmada: M.ª Dolores Jorquera

20