

PATENTE DE INVENCION

Armo Case 1194.



408258

408258

Fe-4-6-75

Int. Cl.²: B23P, C22C/H01F

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE CHAPA DE FERROSILICIO
DE TEXTURA CUBICA CENTRADA EN LAS ARISTAS.

=====
Solicitante: ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 703 Curtis Street, Middletown, Ohio, EE.UU. de A.

=====
Esta invención se relaciona con un método para producir chapa o banda de ferrosilicio orientada para aplicaciones magnéticas. La orientación con la que la presente invención se relaciona es aquella en la cual los granos o cristales están orientados en una posición cúbica centrada

5.



en las aristas, es decir, designada con (110) $\overline{[001]}$ de acuerdo con los índices de Miller. Más particularmente, la invención se relaciona con un método para producir chapa o banda de ferrosilicio de granos orientados, que contiene aproximadamente de 2 a 4 % de silicio de propiedades magnéticas uniformemente excelentes. Aunque no se limita a esto, la invención tiene una utilidad particular en la producción de chapa o banda de ferrosilicio de granos orientados, en donde el acero fundido es toronado o continuamente colado en una zamarra

5.

10.

contínua de espesor adecuado para la laminación en caliente directa.

La chapa o banda de ferrosilicio de orientación cúbica centrada en las aristas, se fabrica generalmente mediante una serie de etapas que incluyen fusión, refinado, colada y reducción en caliente de lingotes o zamarras para formar bandas laminadas en caliente de un espesor de 2,5 mm aproximadamente o menos. Después del recocido y de la separación de cascariilla de óxido, la banda laminada en caliente se reduce en frío en una o más etapas, con recocidos intermedios si es necesario,

15.

20.

a un espesor final de 0,25 a 0,35 mm aproximadamente. La banda se recristaliza entonces y se descarburiza, usualmente, a espesores finales mediante un recocido continuo en una atmósfera de hidrógeno húmedo. Finalmente, la banda se reviste con un separador de recocido y se recuece en caja durante varias

25.

horas en hidrógeno seco, a una temperatura superior a 1.100°C aproximadamente.

Como ya es bien conocido, deben satisfacerse dos condiciones antes de la zona de elevadas temperaturas del recocido final en caja, con el fin de obtener un material que

30.

tiene un elevado grado de orientación cúbica centrada en las

408258



aristas, es decir:

1. Una estructura adecuada de granos completamente recristalizados, teniendo un número suficiente de estos granos la orientación cúbica centrada en las aristas final;
5. 2. La presencia de inhibidores en forma de pequeñas inclusiones uniformemente distribuidas que restringen el crecimiento primario de los granos en las primeras porciones del recocido hasta que se presenta un crecimiento secundario vigoroso durante la última porción de elevada temperatura del recocido.
10. Durante la porción de crecimiento secundario de los granos del recocido, anteriormente indicado, los granos de orientación cúbica centrada en las aristas consumen otros granos en la matriz que tienen una orientación diferente.
15. El inhibidor del crecimiento primario de los granos, que debe estar presente en forma de pequeñas inclusiones uniformemente distribuidas, es normalmente sulfuro de manganeso, pero pueden también emplearse para esta finalidad otros inhibidores, por ejemplo, selenuro de manganeso, nitruro de aluminio o mezclas de los mismos.
20. La Patente USA No. 2.599.340, concedida el 3 de junio de 1952, a M.F. Littmann y J. E. Heck, describe un procedimiento para la producción de ferrosilicio de orientación cúbica centrada en las aristas, en el cual se calientan zamarras,
25. laminadas a partir de lingotes, a una temperatura superior a 1.260°C aproximadamente, y en particular a una temperatura de 1.350 a 1.400°C aproximadamente, antes de la laminación en caliente. Esta etapa de calentamiento no solo prepara al metal para la laminación en caliente sino que también disuelve al
30. inhibidor presente en el mismo, de modo que tras la ulterior



laminación en caliente, el inhibidor se precipita en la forma deseada de pequeñas inclusiones uniformemente distribuidas, con lo cual se satisface una de las dos condiciones esenciales para la obtención de material de alta orientación cúbica centrada en las aristas.

5.

La práctica de calentamiento de un lingote, o el producto de un lingote laminado en forma de zamarra, a una temperatura superior a 1.260°C aproximadamente y hasta 1.400°C, con anterioridad a la laminación en caliente, ha sido ampliamente adoptada y es de uso corriente.

10.

La colada de torones para formar una zamarra continua o la colada para formar zamarras individuales de un espesor adecuado para la laminación en caliente directa, se está empleando actualmente para la fabricación de chapas ferrosas.

15.

El término zamarra, tal como se emplea en esta Memoria, intenta incluir los cuerpos colados que oscilan en espesor entre 10 y 30 cm aproximadamente. Estas técnicas de colada son ventajosas ya que evitan la pérdida de material de las porciones extremas y superior de los lingotes convencionales, las cuales

20.

deben cortarse ordinariamente. Por ejemplo, las zamarras de ferrosilíceo son coladas en torones a un espesor de 15 cm, cortadas a una longitud adecuada y recalentadas a 1.350 - 1.400°C aproximadamente, con el fin de disolver el inhibidor antes de

25.

la laminación en caliente. Sin embargo, el grado de orientación cúbica centrada en las aristas del producto de zamarras coladas en torones ha tendido a ser mucho más variable que el del material producido a partir de lingotes, especialmente a través del ancho de la banda.

30.

La falta de uniformidad y la frecuente inferioridad en propiedades magnéticas del material producido mediante cola

408258

- 5 -



da en torones han limitado hasta el presente la utilidad de la colada en torones a pesar de las ventajas sobre la producción convencional a partir de lingotes.

5. Se ha descubierto que una de las causas principales del desarrollo variable y con frecuencia inferior, antes mencionado, de la textura cúbica centrada en las aristas, procede del excesivo tamaño de granos de la zamarra, que se presenta como resultado del recalentamiento por encima de 1.300°C aproximadamente antes de la laminación en caliente. Las zamarras coladas en torones en el estado colado, tienen una estructura cristalina que, tras recalentamiento a una temperatura superior a 1.300°C, exhibe un crecimiento de granos a un diámetro medio de aproximadamente 25 mm (tamaño de grano ASTM, 0,5 a 1,0 aproximadamente, en IX).
10. Con fines comparativos, el diámetro medio de los granos en las zamarras laminadas a partir de los lingotes, después del recalentamiento a 1.300°C aproximadamente, es de 10 mm aproximadamente.

15. Constituye un objeto principal de la presente invención, proporcionar un procedimiento para la producción de chapa de ferrosilicio de orientación cúbica centrada en las aristas, con propiedades magnéticas uniformemente excelentes, a partir de zamarras coladas, limitando el tamaño de granos en las zamarras, y recalentando a una temperatura elevada y con anterioridad a la laminación en caliente a un diámetro no superior al representado por aproximadamente 4,5 ASTM en IX (correspondiente a un diámetro medio de aproximadamente 7 mm o menos). Aparentemente, el tamaño de grano más pequeño promueve una recristalización más completa durante el recocido de procesado que sigue a la laminación en caliente.

20. De acuerdo con la invención, se proporciona un pro-
- 25.
- 30.



- cedimiento para la producción de chapa ferrosilicia de textura cúbica centrada en las aristas, que contiene de 2 a 4 % aproximadamente de silicio, que comprende las etapas de calentar una zamarra colada de ferrosilicio a una temperatura muy elevada, laminar en caliente a calibre intermedio, laminar en frío a calibre final, descarburizar y recocer con lo cual se realiza la recristalización secundaria haciendo que los granos de orientación cúbica centrada en las aristas consuman otros granos que tienen una orientación diferente, caracterizado
5. porque comprende la etapa de reducir en caliente inicialmente dicha zamarra colada de ferrosilicio en un 5 % como mínimo, a una temperatura inferior a la temperatura en la cual se presenta el crecimiento excesivo de los granos, antes de la citada etapa de calentamiento a temperatura muy alta. Ordinariamente, el crecimiento excesivo de los granos en la zamarra puede comenzar a una temperatura comprendida entre 1.260 y 1.350°C. Por lo tanto, esta reducción en caliente inicial se realiza dentro de la gama de 750 a 1.250°C aproximadamente y preferiblemente entre 850 y 1.150°C aproximadamente.
- 10.
- 15.
20. La etapa de laminación en caliente inicial de la presente invención, se traduce en una notable reducción del tamaño de los granos de la zamarra después de recalentar a 1.400°C aproximadamente. Una reducción en caliente del 25 % aproximadamente se traduce en un tamaño de grano, después del recalentamiento, de 5 mm aproximadamente de diámetro medio
25. (es decir, un tamaño de grano de 5 - 6 ASTM en IX). Se requiere como mínimo un 5 % aproximadamente de reducción en caliente inicial. Se prefieren las reducciones entre 10 y 50 % aproximadamente.
30. Para un mejor conocimiento de la solicitud, se puede

408258

- 7 -



- decir que nunca se había reconocido anteriormente que la reducción en caliente inicial de una zamarra colada de ferrosilicio resultaría en propiedades magnéticas mejoradas mediante control del tamaño de grano, tras recalentamiento a temperaturas muy altas.
5. Se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales.
- La figura 1 es una fotografía a un aumento de 0,5X de una sección transversal de una zamarra colada en torones de 15 cm de espesor en estado colado;
10. La figura 2 es una fotografía a un aumento de 0,5X de una sección transversal de la zamarra colada en torones de la figura 1, después del recalentamiento a 1.400°C aproximadamente;
15. La figura 3 es una fotografía a un aumento de 0,5X de una sección transversal de una zamarra colada en torones de 20 cm de espesor de la misma carga que la figura 1, en el estado colado;
- La figura 4 es una fotografía a un aumento de 0,5X de una sección longitudinal de la zamarra de la figura 3, después de haberse reducido en caliente en un 25 % de espesor a 1.035°C, de acuerdo con la invención; y
20. La figura 5 es una fotografía a un aumento de 0,5X de una sección transversal de la zamarra laminada en caliente inicialmente, de la figura 4, después del recalentamiento a 1.400°C aproximadamente.
25. A pesar de que no se intenta limitar la presente invención, sus versiones preferidas se describirán haciendo referencia a material en torones colado a zamarras continuas.
30. A título de ejemplo, se funde una carga de forma con



5. vencional en un horno de arco eléctrico de solera abierta, o en un horno de oxígeno básico, y se sangra en una cuchara a la cual se añade la totalidad o una parte sustancial de silicio requerido. El fundido puede refinarse entonces, mediante procedimientos que pueden incluir, si se desea, un desgasificado en vacío. El fundido se transfiere a continuación a una estación de colada y se moldea a un espesor deseado, por ejemplo, 15 ó 20 cm.

EJEMPLO 1

10. Se procesa una carga en la forma anteriormente descrita y se moldean torones a zamarras que tienen la siguiente composición:

15.	carbono	0,34 %
	manganeso	0,062 %
	azufre	0,024 %
	silicio	3,17 %
	resto, prácticamente hierro.	

20. Con fines comparativos, parte de la carga se somete a ulterior procesado de acuerdo con la presente invención y parte de la misma según la práctica convencional. La porción procesada según la invención, se moldea a un espesor de 20 cm, mientras que la procesada de acuerdo con la práctica convencional, se moldea a un espesor de 15 cm. Los dos procedimientos se resumen a continuación en forma tabular, designándose como
25. A y B respectivamente.

	<u>A</u>	<u>B</u>
	<u>Proceso de la presente invención</u>	<u>Proceso convencional</u>
30.	1 - Zamarras cortadas en longitudes apropiadas.	1 - Zamarras cortadas en longitudes apropiadas.
	2 - Zamarras calentadas a 1.035°C.	

408258



- | | | | |
|-----|--|---|---|
| 3 | - Reducción en caliente del
25 % a un espesor de 15 cm. | | |
| 4 | - Recalentamiento a 1.400°C. | 2 | - Recalentamiento a 1.400°C |
| 5. | 5 - Laminación en caliente
a un espesor de 1,9 mm. | 3 | - Laminación en caliente
a un espesor de 1,9 mm. |
| | 6 - Recocido de la banda
a 975°C. | 4 | - Recocido de la banda
a 975°C. |
| 10. | 7 - Reducción en frío a un
espesor de 0,264 mm (2 eta
pas con recocido interme-
dio a 925°C). | 5 | - Reducción en frío a un
espesor de 0,264 mm
(2 etapas con recocido
intermedio a 925°C). |
| | 8 - Descarburación - recocido
de la banda a 825°C en
hidrógeno húmedo. | 6 | - Descarburación - recocido
de la banda a 825°C en
hidrógeno húmedo. |
| 15. | 9 - Recocido en caja a 1.200°C
durante 24 horas en hidró-
geno seco. | 7 | - Recocido en caja a
1.200°C durante 24 ho-
ras en hidrógeno seco. |

EJEMPLO 2

20. Se funde, refina y moldea una carga, de la misma
forma que en el ejemplo 1, teniendo la carga la siguiente com-
posición:

25.	carbono	0,030 %
	manganeso	0,057 %
	azufre	0,024 %
	silicio	3,15 %
	resto, practicamente	hierro.

30. De nuevo, parte de la carga se moldea en tochos a
un espesor de 20 cm y se procesa adicionalmente de acuerdo con
la presente invención (proceso A), mientras que otra porción
se moldea a tochos a un espesor de 15 cm y se procesa adicio-



nalmente de acuerdo con la práctica convencional (proceso B).

En la Tabla I, se comparan las propiedades magnéticas de los productos finales de las cargas de los ejemplos 1 y 2 producidos mediante ambos procesos A y B.

5.

TABLA I

Ejemplo	<u>Proceso A</u>			<u>Proceso B</u>		
	<u>Permeabilidad*</u>			<u>Permeabilidad</u>		
	<u>No. de ensayos</u>	<u>Gama</u>	<u>Promedio</u>	<u>No. de ensayos</u>	<u>Gama</u>	<u>Promedio</u>
1	20	1820 - 1840	1833	22	1745 - 1840	1808
2	14	1820 - 1840	1832	14	1770 - 1820	1799
	<u>Pérdida de núcleo**</u>			<u>Pérdida de núcleo</u>		
1	20	0,700- 0,755	0,725	22	0,680- 0,885	0,757
2	14	0,690- 0,750	0,722	14	0,700- 0,855	0,777

10.

15.

* La permeabilidad se indica a H=10 oersteds.

** La pérdida de núcleo se indica en vatios por 0,45 kg a 17 kilogauss y una frecuencia de 60 ciclos por segundo.

20.

25.

A partir de la Tabla I, será evidente que el material producido de acuerdo con la presente invención exhibe una mejora significativa tanto en la permeabilidad media como en la pérdida de núcleo, y más particularmente en la uniformidad de estas propiedades. La permeabilidad del material producido por el proceso A oscila entre 1.820 y 1.840 con una media superior a 1.830, en comparación con las gamas de permeabilidad de 1.745 a 1.840 y una media de 1.804 aproximadamente para el material producido a partir de zamarras moldeadas en tochos de acuerdo con el proceso B.

30.

EJEMPLO 3

Se funde, refina y moldea una carga, de la misma for-



ma que en el ejemplo 1, a excepción de que todas las zamarras fueron moldeadas a tochos a un espesor de 20 cm. La composición de la carga del ejemplo 3, era la siguiente:

5.	carbono	0,031 %
	manganeso	0,055 %
	azufre	0,024 %
	silicio	3,16 %
	resto, practicamente	hierro.

10. Con fines comparativos, parte de la carga se somete a un procesado ulterior de acuerdo con la invención y parte de acuerdo con la práctica convencional. Los dos procesos se resumen a continuación, designándose como C y D respectivamente.

	<u>C</u>	<u>D</u>
	<u>Proceso de la presente invención</u>	<u>Proceso convencional</u>
15.	1 - Zamarras cortadas en longitudes apropiadas.	1 - Zamarras cortadas en longitudes apropiadas.
	2 - Zamarras calentadas a 1.035°C.	
20.	3 - Reducción en caliente del 25 % a un espesor de 15 cm.	
	4 - Recalentamiento a 1.400°C	2 - Recalentamiento a 1.400°C
	5 - Laminación en caliente a un espesor de 1,9 mm.	3 - Laminación en caliente a un espesor de 1,9 mm.
25.	6 - Recocido de la banda a 975°C.	4 - Recocido de la banda a 975°C.
	7 - Reducción en frío a un espesor de 0,264 mm (2 etapas con recocido <u>in</u>	5 - Reducción en frío a un espesor de 0,264 mm (2 etapas con recocido <u>in</u>
30.	termedio a 925°C).	termedio a 925°C).



5. 8 - Descarburación - recocido de la banda a 825°C en hidrógeno húmedo. 6 - Descarburación - recocido de la banda a 825°C en hidrógeno húmedo.
- 9 - Recocido en caja a 1.200°C durante 24 horas en hidrógeno seco. 7 - Recocido en caja a 1.200°C durante 24 horas en hidrógeno seco.

EJEMPLO 4

10. Se funde, refina y moldea una carga y se procesa ulteriormente de la misma forma que en el ejemplo 3, teniendo la carga la siguiente composición:

carbono	0,031 %
manganeso	0,055 %
azufre	0,026 %
silicio	3,15 %

15. resto, practicamente hierro.

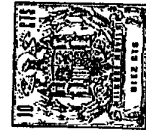
De nuevo, todas las zamarras fueron moldeadas a un espesor de 20 cm, siendo procesada parte de la carga de acuerdo con la presente invención y siendo procesada otra porción de acuerdo con la práctica convencional.

20. Las propiedades magnéticas de los productos finales de las cargas de los ejemplos 3 y 4, producidos mediante ambos procesos C y D, se comparan en la siguiente Tabla II.

TABLA II

Ejemplo	<u>Proceso C</u>			<u>Proceso D</u>		
	<u>Permeabilidad^{3E}</u> <u>No. de ensayos</u>	<u>Gama</u>	<u>Promedio</u>	<u>Permeabilidad</u> <u>No. de ensayos</u>	<u>Gama</u>	<u>Promedio</u>
3	24	1820-1850	1835	24	1760-1840	1799
4	16	1810-1850	1830	24	1785-1840	1818
	<u>Pérdida de núcleo</u>			<u>Pérdida de núcleo</u>		
3	24	0,685-0,740	0,707	24	0,705-0,870	0,777
4	16	0,665-0,735	0,712	24	0,675-0,805	0,736

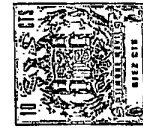
408258



SE Como en la Tabla I

SESE Como en la Tabla I

5. Puesto que todas las zamarras tenían el mismo espesor inicial en los procesos C y D, será evidente que la laminación en caliente después del recalentamiento (etapa 3 en el proceso D) implicó una reducción superior en espesor en el proceso convencional que en la correspondiente etapa 5 en el proceso C, en vista del hecho de que la zamarra no había sido reducida a un espesor de 15 cm en la etapa 3 del proceso C.
10. Los datos de las Tablas I y II demuestran que las propiedades magnéticas obtenidas a partir de las zamarras recalentadas a temperatura muy elevada, son similares a las de las zamarras moldeadas a un espesor de 15 cm y 20 cm y procesadas de forma convencional.
15. Se cree que el espesor inicial de la zamarra, al menos dentro de la gama de 10 a 30 cm aproximadamente de espesor, tiene poco o ningún efecto sobre la respuesta a la reducción en caliente inicial a baja temperatura, en tanto en cuanto que esta reducción inicial de espesor es de por lo menos un
20. 5 % aproximadamente.
25. A partir de la Tabla II, es evidente que se obtienen resultados relativamente pobres y no uniformes mediante el proceso convencional para las zamarras moldeadas a un espesor de 20 cm, mientras que se obtienen propiedades uniformes y superiores mediante el proceso de la presente invención.
30. Se ha procesado un número sustancial de bobinas a un calibre final de 0,264 mm de acuerdo con la presente invención, incluyendo los ejemplos mostrados anteriormente, y el 98,4 % de los valores de ensayo de la permeabilidad a H=10 fueron de 1.820 ó superiores y el 62,8 % de los valores fueron



de 1.840 ó superiores.

Las figuras 1 a 5 son fotografías de secciones mordentadas de zamarras moldeadas en tochos, del ejemplo 2, producidas tanto por el proceso A como por el proceso B.

5. Con referencia a la figura 1, la cual es una sección transversal a un aumento de 0,5X de una zamarra moldeada a un espesor de 15 cm, podrá observarse que se extiende una estructura columnar de los granos desde cada superficie hacia el interior casi hasta el centro de la zamarra, con un núcleo o
10. banda relativamente estrecha de granos equidistantes con el centro. La figura 2 ilustra el efecto de recalentar la zamarra de la figura 1 a 1.400°C, de acuerdo con la práctica convencional. Podrá observarse que se ha presentado un crecimiento excesivo tanto de los granos columnares como de los equidistantes, siendo el tamaño medio de los granos de 0,5 a 1,0 ASTM
15. a un aumento de 1X (correspondiente a un diámetro medio de grano de aproximadamente 25 mm).
- La figura 3 es una sección transversal a un aumento de 0,5X de una zamarra (del ejemplo 2) moldeada a un espesor
20. de 20 cm. Podrá observarse que la estructura es sustancialmente idéntica a la de la figura 1.
- La figura 4, la cual es una sección longitudinal a un aumento de 0,5X, ilustra el efecto de reducir en caliente inicialmente la zamarra de la figura 3 en un 25 %, a una temperatura de 1.035°C, de acuerdo con la presente invención. Podrá observarse que la estructura columnar de los granos es aún
25. evidente después de la laminación en caliente y que se encuentra algo distorsionada. Sin embargo, una característica significativa de la zamarra laminada en caliente de esta etapa, consiste en la apariencia de numerosos granos recristalizados,
- 30.

408258



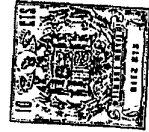
los cuales están dispersados al azar por todo el interior de la zamarra. La apariencia de los granos recristalizados en esta etapa depende de la temperatura de la laminación en caliente y no se considera como un factor crítico.

5. La figura 5 es una sección transversal a un aumento de 0,5X de la zamarra inicialmente laminada en caliente de la figura 4, después del recalentamiento a 1.400°C. Podrá observarse que el recalentamiento se ha traducido en la formación de una estructura granular equidistante, mucho más pequeña,
10. de un tamaño de grano de 5 - 6 ASTM aproximadamente a 1X, es decir, un diámetro medio de grano de aproximadamente 5 mm. Esto se encuentra en un marcado contraste con la estructura granular de la figura 2 y es muy significativo a la vista del hecho de que la zamarra de la figura 2 y la de la figura 5
15. fueron sometidas, cada una, a la misma temperatura de recalentamiento de 1.400°C.
- Se cree que la recristalización completa tiene lugar en las primeras etapas de recalentamiento a temperatura elevada de los núcleos formados durante la laminación en caliente inicial de la zamarra moldeada. Esta estructura de recristalización exhibe menos crecimiento granular durante el completamiento del recalentamiento de la zamarra a 1.400°C que la estructura moldeada original mostrada en la figura 2.
20. Por lo tanto, es evidente que la aplicación de una cantidad de trabajo en caliente, a baja temperatura, suficiente para causar una notable reducción en el tamaño de los granos de la zamarra, después del recalentamiento a una temperatura superior a 1.300°C aproximadamente, consigue el objeto principal de la presente invención.
25. Como anteriormente se ha indicado, la gama preferida
- 30.



- de reducción en caliente inicial es la de 10 a 50 %. Se ha encontrado que una reducción inicial del 25 % desarrolla un refino óptimo de los granos en la zamarra recalentada. Las reducciones por debajo del 5 % no introducen suficiente energía para que puedan considerarse como beneficiosas. A medida que el porcentaje de reducción aumenta por encima del 25 %, el beneficio, medido por el tamaño granular de la zamarra recalentada, disminuye gradualmente al grado en el cual una reducción del 50 % aproximadamente puede considerarse como el límite superior práctico de esta invención. La gama de temperaturas preferidas para la reducción en caliente inicial es de 850 a 1.150°C, en contraste con la temperatura de enfriamiento de 1.230°C para lingotes que son laminados en zamarras, lo cual constituye una reducción superior al 70 %.
5. Las instalaciones de moldeo continuas pueden emplearse en la práctica, las cuales incorporan una capacidad de reducción en caliente en línea. En dicha disposición, la carga residual de la zamarra moldeada puede ser suficiente para producir reducciones en caliente iniciales dentro de las gamas de la presente invención. Esto podría reducir al mínimo o eliminar el recalentamiento de las zamarras durante la laminación en caliente inicial.
10. Aunque actualmente se utiliza la laminación en caliente en línea para acero al carbono plano, moldeado en tochos, dicha laminación se traduce en una recristalización directa de la estructura granular, al contrario que en la situación con ferrosilicio en donde la estructura granular columnar original no se rompe como un resultado directo de la laminación en caliente sino que recristaliza durante el recalentamiento a temperatura muy elevada.
15. Aunque actualmente se utiliza la laminación en caliente en línea para acero al carbono plano, moldeado en tochos, dicha laminación se traduce en una recristalización directa de la estructura granular, al contrario que en la situación con ferrosilicio en donde la estructura granular columnar original no se rompe como un resultado directo de la laminación en caliente sino que recristaliza durante el recalentamiento a temperatura muy elevada.
20. Aunque actualmente se utiliza la laminación en caliente en línea para acero al carbono plano, moldeado en tochos, dicha laminación se traduce en una recristalización directa de la estructura granular, al contrario que en la situación con ferrosilicio en donde la estructura granular columnar original no se rompe como un resultado directo de la laminación en caliente sino que recristaliza durante el recalentamiento a temperatura muy elevada.
25. Aunque actualmente se utiliza la laminación en caliente en línea para acero al carbono plano, moldeado en tochos, dicha laminación se traduce en una recristalización directa de la estructura granular, al contrario que en la situación con ferrosilicio en donde la estructura granular columnar original no se rompe como un resultado directo de la laminación en caliente sino que recristaliza durante el recalentamiento a temperatura muy elevada.
30. Aunque actualmente se utiliza la laminación en caliente en línea para acero al carbono plano, moldeado en tochos, dicha laminación se traduce en una recristalización directa de la estructura granular, al contrario que en la situación con ferrosilicio en donde la estructura granular columnar original no se rompe como un resultado directo de la laminación en caliente sino que recristaliza durante el recalentamiento a temperatura muy elevada.

408258



Los beneficios de la presente invención no son dependientes de la composición y pueden conseguirse con cualquier inhibidor, por ejemplo, sulfuro de manganeso, selenuro de manganeso, nitruro de aluminio o mezclas de éstos. A modo de ejemplo, cualquier experto en la técnica podrá reconocer que las cargas pueden procesarse al objeto de obtener propiedades magnéticas uniformes mediante la selección apropiada de combinaciones de elementos dentro de las siguientes gamas:

	carbón	0,02 - 0,05 %
10.	manganeso	0,04 - 0,12 %
	azufre	0,015 - 0,035 %
	silicio	2 - 4 %
	nitrógeno	menos de 0,01 %
	aluminio	menos de 0,04 %

15. estando constituido el resto practicamente por hierro, y expresándose todos los porcentajes en peso.

Con fines ilustrativos, se hace referencia a la Patente USA No. 3.287.183 concedida a Taguchi et al y a la Patente USA No. 2.867.557 concedida a Crede et al, en las cuales se describen dos tipos de composiciones.

20.

N O T A
=====

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 susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el No. de Ser. 195.553 de 4 de noviembre de 1.971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que consti-

30.



tuye la esencia del referido invento por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE CHAPA DE FERROSILICIO DE TEXTURA CUBICA CENTRADA EN LAS ARISTAS; caracterizándose por lo siguiente:

5. 1.- Procedimiento para la producción de chapa de ferrosilicio de textura cúbica centrada en las aristas, conteniendo de 2 a 4 % aproximadamente de silicio, que incluye las etapas de calentar una zamarra moldeada de ferrosilicio a una temperatura muy elevada, laminar en caliente a un calibre intermedio, laminar en frío a un calibre final, descarburizar y recocer, con lo cual se efectúa la recristalización secundaria haciendo que los granos de orientación cúbica centrada en las aristas consuman otros granos que tienen una orientación diferente; caracterizado porque comprende la etapa de reducir en caliente inicialmente dicha zamarra moldeada de ferrosilicio en un 5 % como mínimo, a una temperatura inferior a la temperatura en la cual se presenta un crecimiento excesivo de los granos, con anterioridad a la citada etapa de calentamiento a temperatura muy alta.
- 10.
- 15.
20. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha zamarra de ferrosilicio se produce mediante moldeo en tochos o continuo.
25. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha zamarra se calienta inicialmente a una temperatura de 750 a 1.250°C.
30. 4.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha zamarra se reduce en caliente a la vez que contiene todavía el calor residual de la etapa de moldeo en tochos.
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, carac-

408258

- 19 -



terizado porque dicha etapa de reducción en caliente inicial comprende la laminación en caliente con una reducción en espesor del 10 al 50 %.

5. 6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha laminación en caliente comprende una reducción en espesor del 25 % aproximadamente.

10. 7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende las etapas de fundir una carga de ferrosilicio, moldear en tochos para producir una zamarra, calentar la zamarra a una temperatura de como mínimo 750°C aproximadamente pero inferior a la temperatura en la cual se presenta el crecimiento granular, reducir en caliente la zamarra en un 5 % como mínimo, recalentar la zamarra a una temperatura comprendida entre 1.260 y 1.400°C, laminar en caliente a un calibre intermedio, reducir en frío a un calibre final, 15. descarburizar y recocer, con lo cual se efectúa la recristalización secundaria que favorece el crecimiento de granos con orientación cúbica centrada en las aristas.

20. 8.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque dicha zamarra se calienta a una temperatura de 850 a 1.150°C.

25. 9.- Procedimiento para la producción de chapa de ferrosilicio de textura cúbica centrada en las aristas, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 19 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

- 3 MAR. 1973

ARMCO STEEL CORPORATION.

I. GOMEZ ROSES Y HONDEL
p. p. Firmado: L. Costa Fernández