



Concedido el Registro de Patentes con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

| | | |
|---------------------------|--------|--------|
| 11) NÚMERO | 459893 | 10) A1 |
| 21) FECHA DE PRESENTACION | | |

20 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCIÓN



| | | |
|------------------|-----------|----------|
| 30) PRIORIDADES: | 32) FECHA | 33) PAIS |
| 31) NÚMERO | | |
| 696.967 | 17.6.1976 | U.S.A. |

| | | |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 47) FECHA DE PUBLICIDAD | 51) CLASIFICACION INTERNACIONAL | 62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
| | C22C | |

54) TÍTULO DE LA INVENCIÓN

"PROCESO PERFECCIONADO PARA PRODUCIR ACERO AL SILICIO ELECTROMAGNETICO QUE TIENE UNA ORIENTACION 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)

1.- Jack Walther Shilling, norteamericano.
2.- Clarence Lake Miller, Jr., norteamericano.
3.- Amitava Datta, indio.

73) TITULAR (ES)

74) REPRESENTANTE

D. FRANCISCO GARCIA CABRERIZO

. N/REF: O.G. 32.971/AS
. S/REF: Docket RL-970



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

- Las Patentes estadounidenses números 3.873.381, -
 5. 3.905.842, 3.905.843 y 3.957.546 describen procesos para producir acero al silicio electromagnético de grano orientado -
 inhibido con boro, Se describe en las mismas diversos procesos para producir acero de alta calidad magnética a partir -
 de caldos de acero al silicio que contienen boro. Mediante -
 10. esta invención, proporcionamos ahora un proceso que mejora -
 los de las patentes citadas. Hablando en términos generales, proporcionamos un proceso que mejora los de dichas patentes por incorporación de cantidades controladas tanto de boro co
 mo de un óxido menos estable que el SiO_2 a temperaturas de has
 15. ta $1176,6^\circ\text{C}$, en el revestimiento que es aplicado antes del re
 cocido a la textura final.

Es por consiguiente un objeto de la presente invención proporcionar un perfeccionamiento introducido en la fabricación de aceros al silicio de grano orientado.

20. De acuerdo con la presente invención, se somete 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 a los pasos convencionales de colada, laminado en
 25. caliente, uno o más laminados en frío, un normalizado interme
 dio cuando se emplea dos o más laminados en frío, descarbura
 do, aplicación de un revestimiento de óxido refractario y re
 cocido a la textura final; y al perfeccionamiento que com---
 prende los pasos consistentes en revestir la superficie del -
 30. acero con un revestimiento de óxido refractario consistente -



esencialmente en:

5. (a) 100 partes, en peso, de por lo menos una sustancia del grupo consistente en óxidos, hidróxidos, carbonatos y compuestos del boro de magnesio, calcio, aluminio y titanio;
- (b) hasta 100 partes, en peso, de por lo menos otra sustancia del grupo consistente en boro y compuestos del mismo, conteniendo dicho revestimiento por lo menos 0,1% en peso, de boro;
10. (c) de 0,5 a 100 partes, en peso, de por lo menos un óxido menos estable que el SiO_2 a temperaturas de hasta $1176,6^\circ\text{C}$, siendo dicho óxido de un elemento distinto del boro;
15. (d) hasta 40 partes, en peso, de SiO_2 ;
- (e) hasta 20 partes, en peso, de sustancias inhibidoras o compuestos de las mismas; y
- (f) hasta 10 partes, en peso, de agentes fundentes; y el recocido a la textura final de dicho acero con dicho revestimiento sobre el mismo. Para fines de definición, "una parte" es igual al peso total de (a) indicado más arriba, dividido por 100.

La elaboración específica, en cuanto a los pasos convencionales, no es crítica y puede desarrollarse de acuerdo con lo especificado en un gran número de publicaciones incluyendo la patente estadounidense nº 2.867.557 y las otras patentes citadas anteriormente. Igualmente, el término colada está destinado a incluir los procesos de colada continua. Puede incluirse también un termotratamiento de bandas lamina

30. das en caliente dentro del alcance de la presente invención.



- No obstante, se prefiere laminar en frío el acero a un espesor no mayor de 0,508 mm. sin un recocido intermedio entre pasadas de laminado en frío; partiendo de una banda laminada en caliente que tiene un espesor comprendido entre 1,27 mm y 3,04 mm aproximadamente. 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, 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, han resultado ser particularmente adaptables a la presente invención. Los niveles de boro son usualmente superiores al 0,0008 %. El acero producido de acuerdo con la presente invención tiene una permeabilidad de por lo menos 1870 (G/O_e) a 10 cerstedios. Preferiblemente, el acero tiene una permeabilidad de por lo menos 1900 (G/O_e) a 10 cerstedios y una pérdida en el núcleo de no más de 0,700 vatios por cada 454 gr. a 17 kilogaussios.

- La inclusión de un óxido menos estable que el SiO₂ a temperaturas de hasta 1176,6°C es particularmente significativa en un revestimiento que es aplicado a un acero al silicio inhibido con boro. Por un óxido menos estable que el SiO₂, se significa uno que tiene una energía libre de formación menos negativa que el SiO₂ bajo las condiciones encontradas durante un recocido a alta temperatura. No obstante, dado que las condiciones son difíciles de determinar, puede usarse un diagrama de formación de energía libre standard para determinar la estabilidad. Los aceros al silicio inhibidos con boro son normalizados finalmente a puntos de rocío relativamente bajos, ya que las propiedades magnéticas de dichos aceros mejoran



- con el uso de bajos puntos de rocío. Los altos puntos de rocío eliminan el boro de un acero que contiene boro, reduciendo de este modo el efecto del boro como inhibidor; y como resultado de ello ocasionan un deterioro de las propiedades magnéticas. Se produce, no obstante, una cascarilla baja en oxígeno (en forma de óxidos, particularmente SiO_2), cuando se emplea un normalizado final a bajo punto de rocío; y como se precisa una cierta cantidad de oxígeno en la cascarilla para hacer una superficie susceptible de formar un revestimiento de base de alta calidad, debe encontrarse un medio de adición del oxígeno a la cascarilla (en forma de óxidos, particularmente SiO_2). Uno de tales medios consiste en añadir oxígeno a través de un revestimiento que contiene un óxido menos estable que el SiO_2 a temperaturas de hasta $1176,6 \text{ }^\circ\text{C}$. La inclusión de tal óxido permite la formación de un revestimiento de base de alta calidad sobre los aceros al silicio inhibidos con boro que son descarburados a un punto de rocío comprendido entre $-6,6$ y $43,3 \text{ }^\circ\text{C}$; y que es generalmente de $+4,4$ y $29,4 \text{ }^\circ\text{C}$. La atmósfera para la descarburación es una que contiene hidrógeno, y generalmente una de hidrógeno y nitrógeno. Son particularmente deseables temperaturas de $759,9$ a $843,3 \text{ }^\circ\text{C}$ para el normalizado final ya que la descarburación se realiza de un modo más efectivo a una temperatura de aproximadamente $801,6 \text{ }^\circ\text{C}$. El tiempo de permanencia a dicha temperatura está comprendido usualmente entre 10 segundos y 10 minutos.

El óxido menos estable que el SiO_2 debería estar presente en una gama comprendida entre 0,5 y 100 partes, por peso, como se ha descrito más arriba. Se prefiere, no obstante, un nivel de por lo menos una parte. Las cantidades máximas son generalmente inferiores a 30 partes en peso. Son óxidos típi



cos los óxidos de manganeso así como de hierro. En la actualidad, se prefiere el MnO_2 .

- El modo específico de aplicación del revestimiento de la presente invención no resulta crítico. Queda igualmente dentro del alcance de la presente invención mezclar el revestimiento con agua y aplicarlo como una mezcla pastosa, al igual que aplicarlo electrolíticamente. Igualmente, los constituyentes que forman el revestimiento pueden ser aplicados tanto juntos como en capas individuales. Se prefiere, no obstante, tener al menos 0,2%, en peso, de boro en el revestimiento. El boro mejora las propiedades magnéticas del acero. Son fuentes típicas de boro el ácido bórico, ácido bórico fundido (B_2O_3), pentaborato amónico y borato sódico. Las sustancias inhibidoras adicionales incluibles dentro del revestimiento son pertenecientes usualmente al grupo consistente en azufre, compuestos del azufre, compuestos del nitrógeno, selenio y compuestos del selenio. Los agentes fundentes típicos incluyen el óxido de litio, óxido de sodio y otros óxidos conocidos por los especialistas en la materia.
- Es también incluible como parte de la presente invención el acero en su estado recristalizado primario con el revestimiento de la presente invención adherido al mismo. El acero recristalizado primario tiene un espesor no mayor de 0,508 mm y es, de acuerdo con la presente invención, apropiado para su transformación en acero al silicio de grano orientado que tiene una permeabilidad de por lo menos 1870 (G/O_e) a 10 oerstedios. La recristalización primaria tiene lugar durante el normalizado final.

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



EJEMPLO I

Se colaron dos muestras (muestras A y B) de acero al silicio y se transformaron en acero al silicio que tenía una orientación en cubos de canto. Aunque proceden de diferentes cargas de acero, sus composiciones químicas son muy similares, como se muestra seguidamente en la Tabla I.

T A B L A I

Composición (% en peso)

| 10. | <u>Muestra</u> | <u>C</u> | <u>Mn</u> | <u>S</u> | <u>B</u> | <u>N</u> | <u>Si</u> | <u>Cu</u> | <u>Al</u> | <u>Fe</u> |
|-----|----------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | A | 0,037 | 0,038 | 0,023 | 0,0014 | 0,0048 | 3,25 | 0,37 | 0,004 | Resto |
| | B | 0,029 | 0,040 | 0,020 | 0,0013 | 0,0048 | 3,13 | 0,27 | 0,003 | Resto |

La elaboración de las muestras incluyó la termodifusión a una temperatura elevada durante varias horas, el laminado en caliente a un calibre nominal de 2,032 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 descarburado, el revestimiento como se ha descrito más adelante en la Tabla II, y el recocido a la textura final a una temperatura máxima de 1176,6°C en hidrógeno.

T A B L A II

| | <u>Muestra</u> | <u>MgO</u> (Partes, en peso) | <u>H₃BO₃</u> (Partes, en peso) | <u>MnO₂</u> (Partes, en peso) |
|-----|----------------|---------------------------------|---|---|
| | A | 100 | 4,6 (0,8% B) | 0 |
| 25. | B | 100 | 4,6 | 10 |

Obsérvese que el revestimiento aplicado a la muestra A estaba libre de MnO₂, mientras que el aplicado a la muestra B tenía 10 partes, en peso, de MnO₂.

El revestimiento formado durante el recocido a la textura final fué examinado posteriormente, después de suprimir el



exceso de MgO. La Tabla III facilita los resultados de dicho examen.

T A B L A III

| <u>Muestra</u> | <u>Revestimiento</u> |
|----------------|---|
| 5. A | Regiones desnudas, delgado y poroso, Descoloración azul, Importante patrón de recocido. |
| B | Excelente, Sin patrón de recocido, Lustroso |
| 10. | No visible acero al descubierto. |

Es de destacar la formación de un revestimiento de alta calidad en la muestra B que fué tratada de acuerdo con la presente invención, mientras que en la muestra A, que no fué tratada de este modo, estaba ausente dicho revestimiento. El revestimiento aplicado a la muestra B tenía MnO₂ mientras que el aplicado a la muestra A estaba desprovisto de MnO₂; y, según se ha indicado anteriormente, la presente invención precisa un revestimiento que contenga un óxido menos estable que el SiO₂.

EJEMPLO II

Se colaron ocho muestras adicionales (muestras C, C', D, D', E, E', F y F') y se transformaron en acero al silicio que tenía una orientación en cubos de canto. La composición química de las muestras aparece seguidamente en la Tabla IV.

T A B L A IV

| <u>Composición (% en peso)</u> | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <u>C</u> | <u>Mn</u> | <u>S</u> | <u>B</u> | <u>N</u> | <u>Si</u> | <u>Cu</u> | <u>Al</u> | <u>Fe</u> |
| 0,030 | 0,034 | 0,020 | 0,0011 | 0,0043 | 3,12 | 0,35 | 0,004 | Resto |

La elaboración de las muestras incluyó la termodifu-



si3n a una temperatura elevada durante varias horas, el laminado en caliente a un calibre nominal de 2,032 mm., el normalizado de las bandas laminadas en caliente a una temperatura de aproximadamente 948,8°C, el laminado en fr3o al calibre - 5. final, el descarburado seg3n se describe en la Tabla V, el revestimiento seg3n se describe m3s adelante en la Tabla VI y el recocido a la textura final a una temperatura m3xima de 1176,6°C en hidr3geno.

T A B L A V

| 10. | Temp. | Tiempo | Punto de ro | Atm3sfera |
|----------------|-------------|------------------|-----------------|------------|
| <u>Muestra</u> | <u>(°C)</u> | <u>(Minutos)</u> | <u>c3o (°C)</u> | <u>(%)</u> |
| C,D,E,F, | 801,6 | 2 | - 1,1 | 100 H |
| C',D',E',F' | 801,6 | 2 | + 9,9 | 80 N -20 H |

T A B L A VI

| 15. | MgO | H ₃ BO ₃ | MnO ₂ |
|----------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| <u>Muestra</u> | <u>(Partes, en peso)</u> | <u>(Partes, en peso)</u> | <u>(Partes en peso)</u> |
| 0, C' | 100 | 4,6 (0,8% B) | 0 |
| D, D' | 100 | 4,6 | 5,0 |
| E, E' | 100 | 4,6 | 20 |
| 20. F, F' | 100 | 4,6 | 40 |

Los revestimientos formados durante el recocido a la textura final fueron examinados posteriormente, despu3s de suprimir el exceso de MgO. Las muestras C y C' con 0 partes de MnO₂ en el revestimiento ten3an regiones visibles de acero des- 25. nudo, mientras que un revestimiento que hab3a reaccionado en continuo estaba presente cuando se a3adi3 MnO₂.

Los valores Franklin para las muestras revestidas fueron determinados a 63,28 kg/cm². Un aislador perfecto tiene un valor Franklin de 0, mientras que un conductor perfecto tiene 30. un valor Franklin de 1 amperio. Los resultados son reproduci---



do dos seguidamente en la Tabla VII.

T A B L A VII

| | <u>Muestra</u> | <u>Valor Franklin.</u> |
|-----|----------------|------------------------|
| | C | 0,95 |
| 5. | C' | 0,93 |
| | D | 0,87 |
| | D' | 0,81 |
| | E | 0,76 |
| | E' | 0,58 |
| 10. | F | 0,84 |
| | F' | 0,67 |

Obsérvese como desciende el valor Franklin al aumentar las adiciones de MnO_2 . Obsérvese también que las muestras C', D', E', y F' tenían respectivamente valores Franklin más bajos que las muestras C, D, E y F. Las muestras C, D, E y F, como se ha indicado en la Tabla V fueron descarburadas en una atmósfera más seca.

EJEMPLO III

Se colaron nueve muestras adicionales (muestras G a O) y se transformaron en acero al silicio que tenía una orientación en cubos de canto. La composición química de las muestras aparece seguidamente en la Tabla VIII.

T A B L A VIII

| | <u>Composición (% en peso)</u> | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 25. | <u>C</u> | <u>Mn</u> | <u>S</u> | <u>B</u> | <u>N</u> | <u>Si</u> | <u>Cu</u> | <u>Al</u> | <u>Fe</u> |
| | 0,032 | 0,036 | 0,020 | 0,0013 | 0,0043 | 3,15 | 0,35 | 0,004 | Resto |

La elaboración de las muestras incluyó la termodifusión a una temperatura elevada durante varias horas, el laminado en caliente a un calibre nominal de 2,032 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 descarburado, el revestimiento según se describe más adelante en la Tabla IX, y el recocido a la textura final a una temperatura máxima de 1176,6°C. en hidrógeno.

5.

T A B L A IX

| Muestra | MgO (Partes, en peso) | MnO ₂ (Partes, en peso) | H ₃ BO ₃ (Partes, en peso) |
|---------|--------------------------|---------------------------------------|---|
| G | 100 | 2,5 | 0 |
| H | 100 | 5 | 0 |
| 10. I | 100 | 10 | 0 |
| J | 100 | 2.5 | 2.3 (0.4%B) |
| K | 100 | 5 | 2.3 |
| L | 100 | 10 | 2.3 |
| M | 100 | 2.5 | 4.6 (0.8%B) |
| 15. N | 100 | 5 | 4.6 |
| O | 100 | 10 | 4.6 |

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

20.

T A B L A X

| Muestra | Permeabilidad (a 100 _a) | Pérdida en el núcleo (WPP a 17 KB) |
|---------|--|---------------------------------------|
| G | 1852 | 0.757 |
| H | 1878 | 0.704 |
| 25. I | 1870 | 0.708 |
| J | 1900 | 0.692 |
| K | 1904 | 0.677 |
| L | 1898 | 0.680 |
| M | 1905 | 0.660 |
| 30. N | 1911 | 0.652 |



| Muestra | Permeabilidad (a 100 _a) | Pérdida en el núcleo (WPP a 17 KB) |
|---------|--|---------------------------------------|
| 0 | 1882 | 0.698 |

El beneficio del boro en el revestimiento resulta -
 5. cláramente evidente en la Tabla X. Puede atribuirse al mismo la mejora lograda tanto en la permeabilidad como en la pérdida en el núcleo. La permeabilidad y pérdida en el núcleo de la muestra H, a la que no se aplicó boro, fueron de 1852 y - 0,757; mientras que los respectivos valores para las muestras
 10. J y M, a las que se aplicó boro, fueron de 1900 y 1905 y - 0,692 y 0,660. Se obtuvieron las mejores propiedades magnéticas cuando el nivel de boro era superior al 0,5% en peso.

EJEMPLO IV

Se colaron dos muestras adicionales (muestras P y Q)
 15. y se transformaron en acero al silicio que tenía una orientación en cubos de canto. La composición química de las muestras aparece seguidamente en la Tabla XI.

T A B L A X I

| 20. | Composición (% en peso) | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|-------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|
| | C | Mn | S | B | N | Si | Cu | Al | Fe |
| | 0,031 | 0,032 | 0,020 | 0,0011 | 0,0047 | 3,15 | 0,32 | 0,004 | Resto |

La elaboración de las muestras incluyó la termodifusión a una temperatura elevada durante varias horas, el laminado en caliente a un calibre nominal de 2,032 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 descarburado, el revestimiento como se ha descrito -
 25. más adelante en la Tabla XII, y el recocido a la textura final a una temperatura máxima de 1176,6°C en hidrógeno.

30. . . . / . . .



T A B L A XII

| Muestra | MgO (Partes, en peso) | Fe ₃ O ₄ (Partes, en peso) | H ₃ BO ₃ (Partes, en peso) | SiO ₂ (Partes, en peso) |
|---------|-----------------------------|--|--|--|
| P | 100 | 5 | 4,6 (0,8%B) | 0 |
| 5. Q | 100 | 5 | 4,6 | 7,3 |

Se ensayaron las muestras para determinar su permeabilidad y pérdida en el núcleo. Se determinaron también valores Franklin a 63,28 kg/cm². Los resultados de los ensayos aparecen seguidamente en la Tabla XIII.

10.

T A B L A XIII

| Muestra | Permeabilidad (a 100.) | Pérdida en el núcleo (WPP a 17 KB) | Valor Franklin |
|---------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| P | 1919 | 0,672 | 0,91 |
| Q | 1931 | 0,671 | 0,90 |

15.

Los resultados que aparecen anteriormente en la Tabla XIII ponen de manifiesto que puede usarse oxidantes distintos del MnO₂. El Fe₃O₄ constituye un sustitutivo apropiado del MnO₂, al igual que el Fe₂O₃ y otros. La Tabla XIII muestra también que el SiO₂ puede ser beneficioso para el revestimiento. Cuando

20. se realiza la adición, el SiO₂ está presente generalmente a un nivel de por lo menos 0,5 partes, en peso. Se prefiere, no obstante, niveles de por lo menos tres partes, en peso. Aunque el SiO₂ pueda añadirse de varios modos, se prefiere la sílice coloidal.

25.

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

30. nes que siguen, las mismas no sean limitadas a los ejemplos es-

13.

17



pecíficos 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, de
5. berá recaer sobre: "PROCESO PERFECCIONADO PARA PRODUCIR ACE-
RO AL SILICIO ELECTROMAGNETICO QUE TIENE UNA ORIENTACION EN
CUBOS DE CANTO", con Prioridad de la Demanda de Patente en
U.S.A. nº 696.967 de fecha 17 de Junio de 1976, según las ca
racterísticas esenciales de las siguientes:

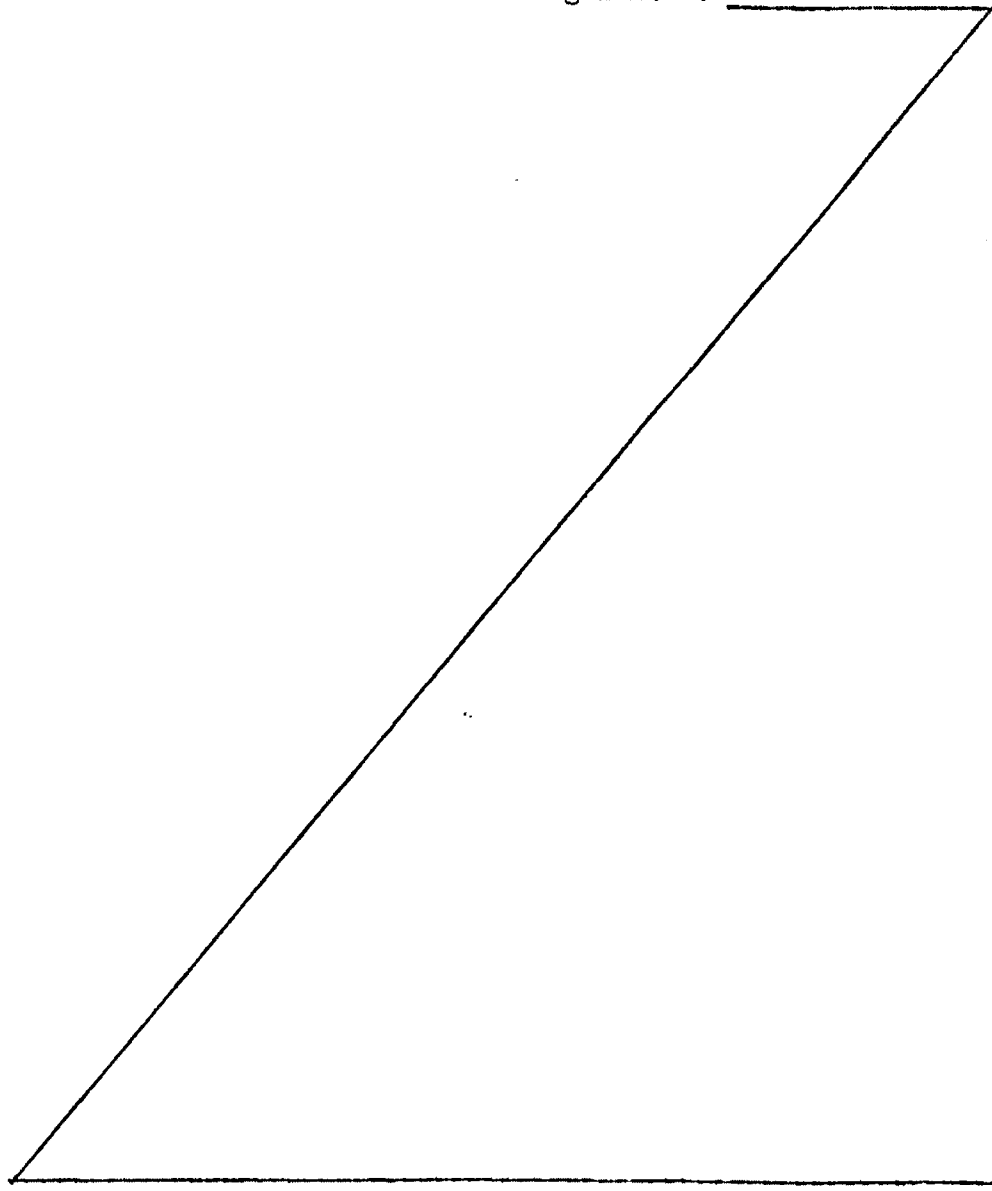
10.

15.

20.

25.

30.



REIVINDICACIONES

- 1^a.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto y una permeabilidad de por lo menos 1870 (G/O_e) a
5. 10 oerstedios, proceso que incluye 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; colar dicho acero; laminar en calien
10. te dicho acero; laminar en frío dicho acero; descarburar dicho acero; aplicar un revestimiento de óxido refractario a - dicho acero; y recocer dicho acero a la textura final; cuyo proceso perfeccionado comprende los pasos consistentes en re
15. vestir la superficie de dicho acero con un recubrimiento de óxido refractario consistente esencialmente en: (a) 100 partes, en peso, de por lo menos una sustancia del grupo consis
20. tente en óxidos, hidróxidos, carbonatos y compuestos del boro de magnesio, calcio, aluminio y titanio; (b) hasta 100 -- partes, en peso, de por lo menos otra sustancia del grupo -- consistente en boro y compuestos del mismo; conteniendo dj.--
25. cho revestimiento al menos 0,1% en peso, de boro; (c) de -- 0,5 a 40 partes, en peso, de por lo menos un óxido menos estable que el SiO₂ a temperaturas de hasta 1176,6°C, siendo - dicho óxido de un elemento distinto del boro; (d) hasta 40 - partes, en peso, de SiO₂; (e) hasta 20 partes, en peso, de - sustancias inhibidoras o compuestos de las mismas; y (f) has
30. ta 10 partes, en peso, de agentes fundentes; y el recocido a la textura final de dicho acero con dicho revestimiento sobre el mismo.
- 2^a.- Proceso perfeccionado para producir acero al

silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho caldo de acero tiene por lo menos 0,0008% de boro.

3ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho revestimiento tiene por lo menos 0,2% de boro.

4ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho óxido menos estable que el SiO_2 es seleccionado del grupo consistente en óxidos de hierro y manganeso.

5ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho óxido es un óxido de manganeso.

6ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho revestimiento tiene al menos una parte, en peso, de por lo menos un óxido menos estable que el SiO_2 .

7ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho revestimiento tiene por lo menos 0,5 partes, en peso, de SiO_2 .

8ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dichas sustancias inhibidoras o compuestos de las mismas son -

seleccionadas del grupo consistente en azufre, compuestos del azufre, compuestos del nitrógeno, selenio y compuestos del selenio.

5. 9ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación 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 mm. y 3,04 mm. aproximadamente y en el que dicho acero laminado en caliente es laminado en frío a un espesor
10. no mayor de 0,508 mm. sin un recocido intermedio entre pasadas de laminado en frío.

15. 10ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho acero es descarburado en una atmósfera portadora de hidrógeno que tiene un punto de rocío comprendido entre -6,64 y 43,3°C.

20. 11ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho punto de rocío está comprendido entre 4,4 y 29,4°C.

25. 12ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha atmósfera portadora de hidrógeno consiste esencialmente en hidrógeno y nitrógeno.

30. 13ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho 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 -
 5. aluminio, siendo el resto hierro.

14ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicho caldo de acero contiene por lo menos 0,0008% de boro.

10. 15ª.- Proceso perfeccionado para producir acero al silicio electromagnético que tiene una orientación en cubos de canto, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho acero tiene una permeabilidad de por lo menos 1900 (G/O_e) a 10 oerstedios y una pérdida en el núcleo de no más de - -
 15. 0,700 vatios por cada 454 gr. a 17 kilogaussios.

16ª.- "PROCESO PERFECCIONADO PARA PRODUCIR ACERO AL SILICIO ELECTROMAGNETICO QUE TIENE UNA ORIENTACION EN CUBOS DE CANTO".

Según queda sustancialmente descrito en la presente
 20. .../...

memoria que consta de dieciocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES, INC.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P.P.

Firmado: [Signature]

5.