

S/Ref.: Docket RL890

N/Ref.: O.G. 30.548/AV

441705

PATENTE INVENCIÓN

C21B

21 DIC. 1970

CONCEDIDA

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO DE PRODUCCION DE ACHERO SILICICO
ELECTROMAGNETICO DE BREVADA PERMEABILIDAD".

Solicitante: La Compañía norteamericana: ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES, INC., con domicilio en 2000 Oliver Building
PITTSBURGH, PENNSYLVANIA 15222 (U.S.A.).

Inventores: D. Frank Angelo Malagari, Jr. norteamericano.
D. James Allen Seligver,

**POOR
QUALITY**

La presente invención se relaciona con un procedimiento de producción de acero silíceo electromagnético dotado de una orientación de cubo sobre borde y de una permeabilidad, por lo menos, de 1850 (G/O_e), a 10 oersteds.

5. Los aceros silíceos orientados que contienen -- del 2,60 al 4,0% de silicio se producen generalmente mediante procedimientos que implican laminación en caliente, una doble reducción en frío, una recocción anterior a cada laminación en frío y una recocción textural a elevada temperatura. Se caracterizan estos aceros por permeabilidades a 10 oersteds, de 1790 a 1840 (G/O_e), aproximadamente.
10. En los años recientes una serie de patentes han descrito métodos de producción de aceros silíceos con permeabilidades superiores a 1850 (G/O_e), a 10 oersteds. De tales patentes, las estadounidenses Nos. 3.287.183, 3.632.456 y 3.636.579 aparecen como las más interesantes. Sin embargo, se describe un método más interesante aún en una copendiente solicitud de patente estadounidense. Tal solicitud es la n^o 357.974 y fue depositada el 7 de mayo de 1973 a nombre de James A. Salsgiver y Frank A. Malagari. Dicha solicitud describe un procedimiento que incluye las operaciones de preparar una masa fundida de acero que consta esencialmente, en peso, de hasta un 0,07% de carbono, del 2,6 al 4,0% de silicio, del 0,03 al 0,24% de manganeso, del 0,01 al --
15. 0,07% de azufre, del 0,015 al 0,04% de aluminio, hasta un 0,02% de nitrógeno, del 0,1 al 0,5% de cobre y el resto --
20. hierro; vaciar el acero, laminarlo en caliente, recogerlo antes de una laminación en frío final a una temperatura de 760 a 1176,6°C, enfriarlo desde una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C hasta una temperatura tan ba-
25. 30.

- ja, por lo menos, como de 260°C con un medio templador líquido o corriente gaseosa y desde su temperatura máxima de recocción a la temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C, a un ritmo no más rápido que aquél con el que el
5. acero es enfriado en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continuo, en la que hay cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado al acero; y laminar en frío éste último con una reducción del 80% por lo me--
10. nos.

- Se describe aquí otro método perfeccionado de -- producción de acero silíceo dotado de una orientación de cubo sobre borde y de una permeabilidad de, por lo menos, 1850 (G/O_e), a 10 oersteds. Se basa principalmente en el
15. descubrimiento de que las masas fundidas de la Solicitud - nº 357.974 y de otra solicitud depositada al mismo tiempo que ella pueden prepararse con adición de boro a las mismas. El boro ha sido satisfactoriamente usado para facilitar el desarrollo de una elevada permeabilidad en aceros silíci--
20. cos de orientación granular. La solicitud simultáneamente depositada es la número seriado 524.831. Se basa principal mente en el descubrimiento de que la masa fundida de la So licitud nº 357.974 puede prepararse con sustitución por -- selenio de parte o la totalidad del azufre contenido en --
25. aquélla.

- En consecuencia, es un objeto de la presente in vención la provisión de un procedimiento de producción de acero silíceo electromagnético dotado de una orientación de cubo sobre borde y de una permeabilidad de, por lo me--
30. nos, 1850 (G/O_e), a 10 oersteds.

- La presente invención proporciona un método de producción de acero silíceo dotado de una orientación de cubo sobre borde y de una permeabilidad de, por lo menos, 1850 (G/O_g), a 10 oersteds. Dicho método incluye las operaciones de preparar una masa fundida de acero silíceo que
5. consta esencialmente, en peso, de hasta un 0,07% de carbono, del 2,60 al 4,0% de silicio, del 0,03 al 0,24% de manganeso, del 0,01 al 0,09% de material del grupo consistente en azufre y selenio, del 0,015 al 0,04% de aluminio, hasta el 0,02% de nitrógeno, del 0,1 al 0,5% de cobre, del 0,00045 al 0,0035% de boro y el resto hierro; vaciar el acero, laminarlo en caliente en forma de banda, someterlo por lo menos a una laminación en frío, someterlo a una recocción final antes de la laminación final en frío, descarburizarlo
10. y aplicarle una recocción textural final. También se incluyen, y de modo significativo, las específicas operaciones de efectuar la recocción final antes de la laminación final en frío, a una temperatura de 760 a 1176,6°C durante un período de 15 segundos a 2 horas, enfriar el acero desde una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C hasta una temperatura tan baja, por lo menos, como de 260°C con un medio templador líquido o una corriente gaseosa y desde su máxima temperatura de recocción a la temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C, a un ritmo no más rápido que aquél con el que el acero se enfriaba en una atmósfera
15. estática o en una línea de procesamiento continuo en la que hay cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado al acero; y laminar en frío el acero enfriado, con una reducción del 80% por lo menos. Condiciones preferidas
- 20.
- 25.
- 301

incluyen una recocción a una temperatura de 982,2 a 1162,7°C enfriamiento con un medio templador líquido o una corriente gaseosa desde una temperatura inferior a 871,12°C y superior a 537,7°C, y laminación en frío con una reducción del 85% por lo menos.

5.

La fusión, vaciado, laminación en caliente, laminación en frío, descarburización y recocción textural final no implican ningún procedimiento nuevo, en lo que se refiere a las técnicas, y con relación a las mismas la invención cubre todos los procedimientos aplicables de producción de acero. En cuanto a la laminación en frío, debe indicarse sin embargo que varios pasos por los rodillos pueden constituir una sola operación de laminación en frío y que existen varias operaciones de laminación en frío solamente cuando los pasos de tal laminación están separados por una recocción.

10.

15.

Además del boro, la masa fundida de acero ha de incluir silicio, aluminio, manganeso y azufre y/o selenio. El silicio es necesario porque incrementa la resistividad de los aceros, disminuye su magnetostricción, reduce su anisotropía magnetocristalina y por consiguiente disminuye su pérdida nuclear. El aluminio, manganeso y azufre y/o selenio son necesarios porque forman inhibidores que son esenciales para controlar la orientación de los aceros y sus propiedades que dependan de la misma. Más específicamente, el aluminio se combina con nitrógeno del acero o de la atmósfera, para formar nitruro de aluminio, y el manganeso se combina con el azufre y/o selenio, y posiblemente el cobre, para formar sulfuro de manganeso y/o sulfuro de manganeso y cobre y/o seleniuro de manganeso y/o seleniuro de -

20.

25.

30.

- manganeso y cobre. Conjuntamente, estos compuestos inhiben el normal desarrollo granular durante la recoccción textual final, al tiempo que ayudan al desarrollo de granos re cristalizados secundarios dotados de la deseada orientación de cubo sobre borde. El cobre, indicado anteriormente por su presencia en los inhibidores de manganeso, puede ser también beneficioso durante el tratamiento. Se supone que el cobre puede disminuir la temperatura de recoccción y aqué lla a partir de la cual puede producirse el rápido enfriamiento, mejorar la capacidad de laminación, simplificar la fusión y relajar los requisitos de la atmósfera de recoccción. Además, el cobre incrementa la resistividad de los aceros y disminuye su pérdida nuclear.
- 5.
- 10.

- Un acero al que es particularmente adaptable el procedimiento de la presente invención consta esencialmente, en peso, del 0,02 al 0,07% de carbono, del 2,65 al 3,25% de silicio, del 0,05 al 0,20% de manganeso, del 0,02 al 0,07% del material del grupo consistente en azufre y selenio, del 0,015 al 0,04% de aluminio, del 0,0030 al 0,0090% de nitrógeno, del 0,1 al 0,4% de cobre, del 0,0005 al 0,0025% de boro y el resto hierro. Este acero tiene su composición química equilibrada al objeto de producir una estructura altamente beneficiosa cuando se procesa de acuerdo con la presente invención. Por regla general, los contenidos de boro serán superiores al 0,0007%.
- 15.
- 20.
- 25.

- Aunque no estamos seguros de por qué la recoccción final anterior a la laminación final en frío y el controlado enfriamiento de la presente invención son tan beneficiosos, suponemos que la recoccción acondiciona el acero para la laminación en frío y proporciona una operación durante
- 30.

- la cual pueden formarse inhibidores, y que el lento enfriamiento a una temperatura inferior a 926,6°C y/o el uso de temperaturas de recocción en la parte inferior de la gama de tales temperaturas incrementan la uniformidad con que se distribuyen los inhibidores, pues esencialmente sólo se halla presente la fase ferrítica en el acero a temperaturas inferiores a 926,6°C, en contraste con la presencia de fases austenítica y ferrítica y de diferentes solubilidades para los elementos inhibidores en cada fase a temperaturas algo superiores. Tal como se expone anteriormente, los inhibidores primarios son el nitruro de aluminio y compuestos de sulfuro y seleniuro de manganeso. No existen condiciones críticas respecto a la particular atmósfera de recocción. Por consiguiente, atmósferas ilustrativas incluyen al nitrógeno, gases reductores tales como hidrógeno, gases inertes tales como argón, aire y mezclas de ellos.

Los siguientes ejemplos son ilustrativos de varios aspectos de la invención.

- Se vaciaron y procesaron cuatro cargas de acero para convertirlas en acero silícico dotado de una orientación de cubo sobre borde. La composición química de las citadas cargas aparece seguidamente en la Tabla I.

TABLA I

Composición (% en peso)

25. <u>Carga</u>	<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>Si</u>	<u>S</u>	<u>Al</u>	<u>N</u>	<u>Cu</u>	<u>B</u>	<u>Fe</u>
A	0.045	0.11	2.84	0.035	0.030	0.0078	0.2	0.00048	Resto
B	0.046	0.11	2.85	0.036	0.029	0.0065	0.2	0.00078	Resto
C	0.046	0.11	2.83	0.035	0.030	0.0062	0.19	0.00141	Resto
D	0.046	0.11	2.84	0.035	0.030	0.0064	0.2	0.00226	Resto

30. El tratamiento de las cargas implicó la impregna-

- ción a elevada temperatura durante varias horas, la laminación en caliente hasta un calibre de 2,36 mm aproximadamente, el tratamiento térmico durante 1 minuto a 1121,1°C, el lento enfriamiento a 948,8°C (aproximadamente 50 segundos),
5. enfriamiento en aire a 593,3°C, templado en agua desde una temperatura de 593,3°C, laminación en frío hasta un calibre final de 0,304 mm aproximadamente, descarburización a una temperatura de 801,6°C en una mezcla de hidrógeno húmedo y nitrógeno y recocción textural final a una temperatura máxima de 1176,6°C.
- 10.

Las cargas fueron ensayadas para determinar su permeabilidad, registrándose unas permeabilidades respectivas de 1906, 1889, 1873, y 1898 (G/O_e), a 10 oersteds.

- Resultara evidente para los expertos en la materia que los nuevos principios de la invención aquí descrita en relación con ejemplos específicos de la misma sugerirán otras modificaciones y aplicaciones de tal invención. En consecuencia, se desea que al considerar la amplitud de las adjuntas reivindicaciones, éstas no se limiten a los ejemplos específicos de la invención aquí descritos.
- 15.
- 20.

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: "PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO DE PRODUCCION DE ACERO SILICICO ELECTROMAGNETICO DE ELEVADA PERMEABILIDAD", con Prioridad de la demanda de Patente en U.S.A. nº 524.846, de fecha 18 de Noviembre de 1974, según las características esenciales de las siguientes:
- 25.

R E I V I N D I C A C I O N E S

30. 1º.- Procedimiento perfeccionado de producción de

- acero silícico electromagnético de elevada permeabilidad, -
dotado de una orientación de cubo sobre borde y de una permea-
bilidad de, por lo menos, 1850 (G/O_g) a 10 oersteds, cuyo -
procedimiento que incluye las operaciones de preparar una -
5. masa fundida de acero silícico, vaciar dicho acero, laminar
lo en caliente en forma de banda, someterlo por lo menos a
una laminación en frío y a una recocción final antes de la
laminación final en frío, descarburizarlo y someterlo a una
recocción textural final, esta caracterizado por comprender
10. las operaciones de llevar a cabo dicha recocción final an-
tes de la citada laminación final en frío, a una temperatu-
ra de 760 a 1176,6°C durante un período de 15 segundos a 2
horas, enfriar dicho acero desde una temperatura inferior a
926,6°C y superior a 398,8°C hasta una temperatura tan baja,
15. por lo menos, como de 260°C, con un medio templador líquido
o corriente gaseosa, y desde su máxima temperatura de recoc-
ción a la citada temperatura inferior a 926,6°C y superior
a 398,8°C a un ritmo no más rápido que aquél con el que el
acero se enfría en una atmósfera estática o en una línea de
20. procesamiento continuo en la que hay cierto movimiento rela-
tivo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimien-
to deliberado sea el comunicado al acero; y laminar en frío
el acero enfriado, con una reducción del 80% por lo menos,
constando dicha masa fundida esencialmente, en peso, de has-
25. ta un 0,07% de carbono, del 2,50 al 4,0% de silicio, del 0,03
al 0,24% de manganeso, del 0,01 al 0,09% de material del -
grupo consistente en azufre y selenio, del 0,015 al 0,04%
de aluminio, hasta un 0,02% de nitrógeno, del 0,1 al 0,5% de
cobre, del 0,00045 al 0,0035% de boro y el resto hierro.
30. 2ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de

- acero silicico electromagnetico de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 1, en el que dicho acero es enfriado desde una temperatura inferior a 871,1°C y superior a 537,7°C hasta una temperatura tan baja, por lo menos, como de 260°C, con un medio templador líquido o corriente gaseosa, y desde su temperatura máxima de recocción a la referida temperatura inferior a 871,1°C y superior a 537,7°C, a un ritmo no más rápido que aquél con el que el acero es enfriado en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continuo en la que hay cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado a éste último.
- 5.
- 10.

- 3ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de acero silicico electromagnetico de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 1, en el que dicha recocción final anterior a la laminación final en frío tiene lugar a una temperatura de 982,2 a 1162,7°C.
- 15.

- 4ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de acero silicico electromagnetico de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 3, en el que dicho acero es enfriado desde una temperatura inferior a 871,1°C y superior a 537,7°C hasta una temperatura tan baja, por lo menos, como de 260°C con un medio templador líquido o una corriente gaseosa, y desde su temperatura máxima de recocción a la referida temperatura inferior a 871,1°C y superior a 537,7°C, a un ritmo no más rápido que aquél con el que el acero es enfriado en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continuo en la que hay cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado a éste último.
- 20.
- 25.
- 30.

5. 5ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 1, en el que dicho acero es enfriado a una temperatura tan baja, por lo menos, como de 260°C, desde una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C, con una corriente gaseosa.

10. 6ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 1, en el que dicho acero es enfriado a una temperatura tan baja, por lo menos, como de 260°C, desde una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C con un medio templador líquido.

15. 7ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 1, en el que dicho acero es enfriado en aire a la referida temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C.

20. 8ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 3, en la que el referido acero es enfriado a una temperatura tan baja, por lo menos, como de 260°C, desde una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C, con una corriente gaseosa.

25. 9ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 3, en el que dicho acero es enfriado a una temperatura tan baja, por lo menos, como de 260°C, desde una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C, con un medio templador líquido.

30. 10ª.- Procedimiento perfeccionado de producción de

acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, - según la reivindicación 3, en el que dicho acero es enfriado en aire a la citada temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C.

5. 11ª.- Procedimiento perfeccionado de producción - de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, según la reivindicación 1, en el que dicha recocción final anterior a la citada laminación final en frío se lleva a cabo subsiguientemente a una laminación inicial en frío.

10. 12ª.- Procedimiento perfeccionado de producción - de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad según la reivindicación 1, en el que dicho acero consta - esencialmente, en peso, del 0,02 al 0,07% de carbono, del - 2,65 al 3,25% de silicio, del 0,05 al 0,20% de manganeso, del 15. 0,02 al 0,09% de material del grupo consistente en azufre y selenio, del 0,015 al 0,04% de aluminio, del 0,0030 al - 0,0090% de nitrógeno, del 0,1 al 0,4% de cobre, del 0,0005 al 0,0025% de boro y el resto hierro.

20. 13ª.- Procedimiento perfeccionado de producción - de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, según la reivindicación 12, en el que dicho acero tiene por lo menos un 0,0007% de boro.

25. 14ª.- Procedimiento perfeccionado de producción - de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad, según la reivindicación 1, en el que el acero enfriado es laminado en frío con una reducción del 85% por lo menos.

30. 15ª.- Procedimiento perfeccionado de producción - de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad según la reivindicación 3, en el que el acero enfriado es - laminado en frío con una reducción del 85% por lo menos.

5. 16ª.- Procedimiento perfeccionado de producción -
de acero silicico electromagnético de elevada permeabilidad,
según la reivindicación 1, en el que la referida recoccción
final anterior a la laminación final en frío se aplica a una
banda laminada en caliente.

17ª.- "PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO DE PRODUCCION
DE ACERO SILICICO ELECTROMAGNETICO DE ELEVADA PERMEABILIDAD".

Según queda sustancialmente descrito en la presen
te memoria que consta de trece hojas, escritas a máquina --
por una sola cara.

10.

Madrid, 16 OCT. 1975

ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES, INC

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO

P.P.

Firmado: M.ª Dolores Jorquera