

S/Ref.: Docket RL883

N/Ref.: O.G. 30.547.-MY.

PATENTE DE INVENCION

Int. Cl. C 22 C
-----------------

21 DIC. 1976

**CONCEDIDA**

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"PROCEDIMIENTO MEJORADO DE PRODUCCION DE ACERO SILICICO ELECTROMAGNETICO DE ELEVADA PERMEABILIDAD"

-----

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

-----

Inventores: James Allen Salagiver y Frank Angelo Malagari, Jr., ambos norteamericanos.

-----

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

5. Los aceros silícicos orientados que contienen del 2,60 al 4,0% de silicio son generalmente producidos mediante procedimientos que implican laminación en caliente, doble reducción en frío, una recocción antes de cada laminación en frío y una recocción textural a elevada temperatura. Estos aceros se
10. caracterizan por unas permeabilidades, a 10 oersteds, de 1790 a 1840 (G/O<sub>e</sub>), aproximadamente.

- En los años recientes una serie de patentes han descrito métodos de producción de aceros silícicos con permeabilidades superiores a 1850 (G/O<sub>e</sub>), a 10 oersteds. De tales patentes,
15. las estadounidenses Nos. 3.287.183, 3.632.456 y 3.636.579 aparecen como las más interesantes. Sin embargo, en una copendiente solicitud de patente estadounidense se describe un método más interesante aún. La solicitud, n<sup>o</sup> 357.974, fue depositada el 7 de mayo de 1973 a nombre de James A. Salagiver y Frank
20. A. Kalagari. 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 0,07% de azufre, del 0,015 al 0,04% de aluminio, hasta
25. el 0,02% de nitrógeno, del 0,1 al 0,5% de cobre y el resto hierro; vaciar el acero, laminarlo en caliente, recocerlo antes de un laminado final en frío, a una temperatura de 760°C a 1176,6°C, enfriarlo desde una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C hasta una temperatura tan baja, por lo menos, como de
30. 260°C, con un medio templador líquido o una corriente gaseosa y

desde su temperatura máxima de recocción a una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C a un ritmo no más rápido que aquél con el que se enfría el acero en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continua, en la que hay

5. cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado a este último; y laminar en frío el acero con una reducción del 80% por lo menos.

Se describe aquí otro método perfeccionado de producción de acero silíceo dotado de orientación de cubo sobre borde y de una permeabilidad, por lo menos, de 1850 (G/O<sub>8</sub>), a 10 oersteds. Se basa principalmente en el descubrimiento de que la masa fundida de la solicitud nº 357.974 puede prepararse con

10. sustitución por selenio de parte o la totalidad del azufre contenido en aquélla.

15.

En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento de producción de acero silíceo electromagnético dotado de orientación de cubo sobre borde y de una permeabilidad, por lo menos, de 1850 (G/O<sub>8</sub>), a 10

20. oersteds.

La presente invención proporciona un método de producción de acero silíceo dotado de orientación de cubo sobre borde y de una permeabilidad, por lo menos, de 1850 (G/O<sub>8</sub>), a 10 oersteds, cuyo método incluye las operaciones de preparar una

25. masa fundida de acero silíceo que consta esencialmente, en peso, hasta de un 0,07% de carbono, del 2,60 al 4,0% de silicio, del 0,03 al 0,24% de manganeso, por lo menos un 0,01% de selenio, 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%

30. de nitrógeno, del 0,1 al 0,5% de cobre y el resto hierro; va-

- ciar el acero, laminario en caliente en forma de banda, someterlo por lo menos a un laminado en frío, someterlo a una recocción final antes del laminado final en frío, descarbonizarlo y someterlo a una recocción textural final.
5. También se incluyen, y de modo significativo, las operaciones específicas de efectuar la recocción final antes del laminado final en frío a una temperatura de 760°C 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 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 acero se enfría en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continua en la que hay cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado a éste último; y laminar enfriado al acero enfriado con una reducción del 80% por lo menos. Unas condiciones preferidas incluyen la recocción a una temperatura de 982,2 a 1162,6°C, el enfriamiento con un medio templador líquido o una corriente gaseosa desde una temperatura inferior a 871,1°C y superior a 537,7°C y la laminación en frío con una reducción del 85% por lo menos.
- 10.
- 15.
- 20.
25. La fusión, vaciado, laminación en caliente, laminación en frío, descarbonización y recocción textural final no implican ningún procedimiento nuevo, en lo que respecta a las técnicas, y con relación a ellas la invención abarca todos los procedimientos de producción de acero aplicables.
30. Sin embargo, en cuanto al laminado en frío, debe destacarse

que varios pasos por los cilindros 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.

5. La masa fundida de acero ha de incluir silicio, aluminio, manganeso y selenio. El silicio es necesario, - pues incrementa la resistividad del acero, disminuye su magnetostricción, reduce su anisotropía magnetocristalina y por consiguiente disminuye su pérdida nuclear. El alumi-
10. nio, manganeso y selenio son necesarios porque forman inhibidores que son esenciales para controlar la orientación del acero y sus propiedades que dependen de ella. Más especificamente, el aluminio se combina con nitrógeno del acero o de la atmósfera, para formar nitruro de aluminio, y el manganeso se combina con el selenio y posiblemente con el co-
15. bre, para formar seleniuro de manganeso y/o seleniuro de -manganeso y cobre, y con el azufre si se halla presente, - para formar sulfuro de manganeso y/o sulfuro de manganeso y cobre. Conjuntamente, estos compuestos inhiben el desa--
20. rrollo granular normal durante la recocción textural final, al tiempo que ayudan al desarrollo de granos recristaliza-dos secundarios dotados de la deseada orientación de cubo sobre borde. El cobre, antes señalado por su presencia en los inhibidores del manganeso, puede ser también beneficioso durante el tratamiento. Se supone que el cobre puede disminuir la temperatura de recocción y la temperatura a par-
25. tir de la cual puede producirse un rápido enfriamiento, mejorar la capacidad de laminación, simplificar la fusión y relajar los requisitos de la atmósfera de recocción. Además
30. el cobre incrementa la resistividad de los aceros y disminu

ye su pérdida nuclear.

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, por lo menos del 0,02% de selenio, del 0,02 al 0,07% 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 y el resto hierro. Este acero tiene una composición química equilibrada, a fin de producir una estructura altamente beneficiosa cuando se trata de acuerdo con la presente invención.

Aunque no estamos seguros de por qué la recocción final anterior al laminado final en frío, así como el enfriamiento controlado de la presente invención, son tan beneficiosos, suponemos que la recocción acondiciona el acero para el laminado en frío y proporciona una operación durante 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 de recocción 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 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 seleniuro de manganeso y posiblemente sulfuro de manganeso. Respecto a la particular atmósfera -

de recoccción, no existe ninguna condición crítica. Por consi-  
guiente, una atmósfera ilustrativa incluye al nitrógeno, ga-  
ses reductores tales como hidrógeno, gases inertes tales como  
argon, aire y mezclas de ellos.

5. El siguiente ejemplo es ilustrativo de varios as-  
pectos de la Invención.

Se vació una carga de acero y se trató para conver-  
tirla en acero silíceo dotado de una orientación de cubo so-  
bre borde. La composición química de la carga aparece seguida-  
mente en la Tabla.

10.

T A B L A

Composición (% en peso)

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>Si</u>	<u>Se</u>	<u>S</u>	<u>Al</u>	<u>Cu</u>	<u>N</u>	<u>Fe</u>
0.066	0.13	2.77	0.056	0.013	0.028	0.4	0.0068	Resto

15. El tratamiento de la carga implicó una impregnación a ele-  
vada temperatura durante varias horas, laminación en caliente  
hasta un calibre de 93 milésimas de pulgada aproximadamente,  
tratamiento térmico durante 1 minuto a 1120,9°C, lento enfria-  
miento a 948,8°C (aproximadamente 50 segundos), enfriamiento  
en aire a 593,3°C, temple con agua desde 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 recoccción textural final a  
una temperatura máxima de 1176,6°C.

20. La carga fue sometida a ensayo para determinar su -  
permeabilidad registrándose un valor de 1853 (G/O<sub>2</sub>) a 10 cers-  
teds.

25. Resultara evidente para los expertos en la materia  
que los nuevos principios de la invención aquí descrita en re-  
lación con ejemplos específicos de la misma sugerirán otras -  
diversas modificaciones y aplicaciones de tal invención. En -  
consecuencia, se desea que al interpretar la amplitud de las
- 30.

adjuntas reivindicaciones éstas no se limitan a los ejemplos específicos de la invención aquí descritos.

N O T A

- La Patente de Invención, que se solicita por -
5. veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legis-
- lación, deberá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO MEJORADO DE
- PRODUCCION DE ACERO SILICICO ELECTROMAGNETICO DE ELEVADA
- PERMEABILIDAD", con Prioridad de la Demanda de Patente -
- en (U.S.A.), nº 524.831, de fecha 18 de Noviembre de 1974,
10. según las características esenciales de las siguien-
- tes:

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

- 12.- Procedimiento mejorado de producción de ace-
- ro silícico electromagnético de elevada permeabilidad, do-
15. tado de orientación de cubo sobre borde y de una permeabi-
- lidad de, por lo menos, 1850 (G/O<sub>e</sub>) a 10 oersteds, cuyo -
- procedimiento incluye las operaciones de preparar una masa
- fundida de acero silícico, vaciar dicho acero, laminarlo en
- caliente en forma de banda, someterlo por lo menos a un la-
20. minado en frío y a una recocción final anterior al lamina-
- do final en frío, descarburizarlo y someterlo a una recoc-
- ción textural final, caracterizado por comprender las ope-
- raciones de llevar a cabo dicha recocción final antes del
- laminado final en frío a una temperatura de 760 a 1176,6°C
25. 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, por lo menos, co-
- mo de 260°C con un medio templador líquido o una corriente gá-
- seosa y desde su temperatura máxima de recocción a la cita-
30. da temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C, a

- un ritmo no superior a aquél con el que el acero se enfría en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continua 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, constando dicha masa fundida 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, por lo menos un 0,01% de selenio, -- 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 y el resto -- hierro.
- 5.
- 10.

- 2ª.- Procedimiento mejorado de producción de acero silícico electromagnético 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 una corriente gaseosa y -- desde su temperatura máxima de recocción a dicha temperatura inferior a 871,1°C y superior a 537,7°C, a un ritmo no superior a aquél con el que se enfría el acero en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continua en la que hay cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado a éste último.
- 15.
- 20.
- 25.

- 3ª.- Procedimiento mejorado de producción de acero silícico electromagnético de elevada permeabilidad, según la reivindicación 1, en el que dicha recocción final anterior al laminado final en frío tiene lugar a una temperatura de
- 30.

982,2°C a 1162,6°C.

5. 4a.- Procedimiento mejorado de producción de acero silíceo electromagnético de elevada permeabilidad, según la reivindicación 3, en el que el citado 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 de recocción máxima a la referida temperatura inferior a 871,1°C y superior a 537,7°C
10. a un ritmo no superior a aquél con el que el acero es enfriado en una atmósfera estática o en una línea de procesamiento continua en la que hay cierto movimiento relativo entre la atmósfera y el acero, aunque el único movimiento deliberado sea el comunicado al acero.
15. 5a.- Procedimiento mejorado de producción de acero silíceo 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
20. con una corriente gaseosa.
25. 6a.- Procedimiento mejorado de producción de acero silíceo 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.
30. 7a.- Procedimiento mejorado de producción de acero silíceo 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 su-

perior a 398,8°C.

5. 8.- Procedimiento mejorado de producción de acero silícico 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 una corriente gaseosa.

10. 9.- Procedimiento mejorado de producción de acero silícico 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, des de una temperatura inferior a 926,6°C y superior a 398,8°C con un medio templador líquido.

15. 10.- Procedimiento mejorado de producción de acero silícico electromagnético de elevada permeabilidad, según la reivindicación 3, 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. 11.- Procedimiento mejorado de producción de acero silícico electromagnético de elevada permeabilidad, según la reivindicación 1, en el que dicha recocción final - anterior al laminado final en frío se lleva a cabo subsi- guientemente a un laminado inicial en frío.

25. 12.- Procedimiento mejorado de producción de acero silícico electromagnético de elevada permeabilidad, se- gún la reivindicación 1, en el que dicho acero consta esen- cialmente, 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, por lo menos del 0,02% de selenio, del 0,02 al 0,07% de material  
30. 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 y el resto hierro.

5. 13a.- Procedimiento mejorado de producción de acero silíceo 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.

10. 14a.- Procedimiento mejorado de producción de acero silíceo 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.

15. 15a.- Procedimiento mejorado de producción de acero silíceo electromagnético, de elevada permeabilidad, según la reivindicación 1, en el que dicha recocción final - anterior al laminado final en frío se aplica a una banda - laminada en caliente.

16a.- "PROCEDIMIENTO MEJORADO DE PRODUCCION DE ACE  
RO SILICICO ELECTROMAGNETICO DE ELEVADA PERMEABILIDAD".

20. Según queda sustancialmente descrito en la presense memoria que consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 10 OCT. 1975

ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES,  
INC.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P. P.

Firmado: M. S. P. Carlos Jaizquez