

442622

12 DIC. 1975

P.- 61.753

AJH/5956-Spain
AL-FE + AL FE-SI
ALLOY"

Int. Cl.: C 22 C

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

A nombre de ALCAN RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED

entidad canadiense

establecida en 1, Place Ville Marie, Montreal, Quebec,
Canada

por: "UN METODO DE FABRICACION DE UN PRODUCTO DE CHAPA
DE ALEACION DE ALUMINIO"

La presente invención se refiere a productos de aleación de aluminio y en particular a nuevos medios para la fabricación de productos de aleación de aluminio endurecidos por dispersión, que son esencialmente aleaciones Al-Fe. Las propiedades mecánicas de un producto de aleación endurecido por dispersión están gobernadas por una dispersión fina de partículas insolubles microscópicas y/o por la estructura de dislocación o estructura de granos resultante de estas partículas. Las aleaciones endurecidas por dispersión conocidas tienen propiedades útiles, tales como alta resistencia a temperaturas elevadas.

Seria conveniente obtener una chapa de aleación de aluminio con características satisfactorias de resistencia y conformabilidad a partir de una aleación en la que el hierro es el principal constituyente aleante, debido al bajo coste del hierro.

Se ha propuesto ya en la Patente de los EE.UU. Nº 3.397.044 producir papel de aluminio y material para latas de aluminio de pequeño espesor por laminación de aleaciones de aluminio que contienen 0,6-2,5% Fe como el elemento aleante esencial, aunque pueden estar presentes pequeñas cantidades de otros elementos aleantes, particularmente Mg, Mn y Si. La aleación inicial se cuela en forma de lingotes convencionales

y se reduce a su espesor final por operaciones sucesivas de laminación en caliente y en frío.

5 Se ha descrito ya en la Solicitud de Patente española Nº 426.360 de la firma solicitante un procedimiento para producir chapa de aleación de aluminio de alta resistencia en el que una aleación de aluminio ternaria eutéctica o casi eutéctica se cuela en condiciones controladas de tal modo que las fases intermetálicas se conforman en varillas delgadas que
10 tienen una longitud muchas veces mayor que su sección transversal.

15 La aleación que contenía la fase intermetálica se sometía a trabajo en frío a fin de fracturar las varillas intermetálicas relativamente quebradizas y producir una dispersión de partículas intermetálicas finas a través de la masa de la aleación.

20 Las fases intermetálicas constituían no menos de 5,0% en volumen de la aleación colada y en la mayoría de los casos se producían en forma de lingotes convencionales (lingotes rectangulares que tienen un espesor de al menos 10 cm).

25 Los sistemas Al-Fe forman eutécticas para contenidos de hierro relativamente bajos, y los compuestos intermetálicos resultantes forman menos del 5,0% en volumen de la aleación colada.

5

Cuando la aleación Al-Fe se cuela en condiciones que se han encontrado apropiadas para desarrollar compuestos intermetálicos semejantes a varillas en los sistemas de aleación ternarios a que se ha hecho referencia arriba (enfriamiento directo convencional (D.C.)), efectuando la colada a 10-15 cm/min y con una velocidad de crecimiento de 6-8 cm/min, la fase intermetálica Al-Fe no se deposita en la forma deseada semejante a una varilla. En lugar de ello, la fase Al-Fe aparece como placas gruesas o papel de sección mayor de 1 micra, y la chapa de aleación obtenida por laminación de lingotes de tal aleación no exhibía en estado recocido una combinación de límite aparente de elasticidad elevado y alargamiento elevado.

10

15

Se ha encontrado ahora que es posible obtener chapa de aleación Al-Fe de propiedades mejoradas a partir de una aleación Al-Fe de composición próxima a la eutéctica utilizando procedimientos de colada especiales que se han encontrado efectivos para solidificar la fase intermetálica en la forma de varillas ramificadas finas, esto es varillas de un diámetro comprendido entre aproximadamente 0,05 y 0,5 micras.

20

25

Aunque las fases intermetálicas constituyen

menos del 5% en volumen, se ha encontrado que se consigue un reforzamiento adecuado cuando la aleación Al-Fe que contiene las fases semejantes a varillas del tamaño especificado se somete a trabajo para fracturar las varillas intermetálicas y formar una dispersión de partículas finas de tamaño correspondientes.

Se ha propuesto también en la Patente Británica N^o 1.286.720 producir material conductor de aleación de aluminio por colada de un aluminio de alta pureza, por ejemplo aluminio de 99,95%, aleado con 0,7-3,0% Fe en condiciones de enfriamiento tan rápido que las fases intermetálicas hierro-aluminio se separen como partículas pequeñas de un tamaño menor que 5 micras y las celdillas de la estructura dendrítica están limitadas a un tamaño de menos de 9 micras. La aleación colada Al-Fe se trataba luego en caliente para precipitar el hierro remanente de la solución sólida antes de convertirla en alambre conductor por técnicas clásicas de estirado de alambre. Aunque el material conductor se enfriaba rápidamente en relación con la técnica de colada empleada para fines comparativos, no parece que se haya efectuado la colada en condiciones que condujesen a la deposición de una fase hierro-aluminio en forma de

5 varillas a las velocidades de crecimiento muy altas empleadas en el procedimiento de la presente invención, ya que está establecido que el tamaño dendrítico y el tamaño de las partículas de hierro deseados podrían lograrse con aleación colada de tamaños hasta aproximadamente 152 mm x 152 mm.

10 La presente invención se refiere a producir una chapa de aleación de aluminio que tiene una combinación de resistencia satisfactoria (límite aparente de elasticidad elevado) y conformabilidad satisfactoria (indicada por un alto valor porcentual de alargamiento por tracción). Esto depende principalmente de estabilizar una estructura de grano fino por la dispersión de partículas finas. Si las partículas intermetálicas son demasiado gruesas o están distribuidas de modo no uniforme con una aleación del bajo porcentaje en volumen actual de compuestos intermetálicos, el tamaño de grano del aluminio después del recocido final será demasiado grueso. Para el propósito presente, el tamaño de grano no debería ser mayor que aproximadamente 3 micras. Por 20 el contrario, si el tamaño de las partículas intermetálicas es demasiado pequeño, las juntas intergranulares contornearán o pasarán en derivación las partículas, el tamaño de grano será mucho mayor que 3 micras y aunque 25 el material tendrá una conformabilidad satisfactoria,

tendrá un límite aparente de elasticidad bajo.

5 El desarrollo de la estructura deseada en la aleación Al-Fe colada, de acuerdo con la presente invención, se consigue por colada continua de la aleación en condiciones que conducen a una velocidad de crecimiento muy rápida (velocidad de deposición de metal sólido en una dirección perpendicular al frente de solidificación) de al menos 25 cm/min y preferiblemente una velocidad de crecimiento del orden de 40-100 cm/min. Preferiblemente, la velocidad de crecimiento no excederá de 10 250 cm/min. Velocidades de crecimiento de 25 cm/min pueden conseguirse sólo con material de hasta aproximadamente 25 mm de espesor, y una exigencia de velocidades de crecimiento mayores limita el espesor del material colado a un valor menor.

15 Con objeto de conseguir propiedades óptimas, el procedimiento de colada continua empleado debería dar como resultado una elevada velocidad de crecimiento en todo el espesor del material colado, a fin de evitar, en la medida de lo posible, el crecimiento de partículas intermetálicas gruesas indeseables.

20 Debe subrayarse que, si bien no puede obtenerse una alta velocidad de crecimiento en una operación de colada continua sin una alta velocidad de colada, dicha velocidad de colada alta no da necesariamente como 25

resultado una alta velocidad de crecimiento.

5 En el equipo de colada práctico en gran es-
cala, el requisito de alta velocidad de crecimiento
se consigue con gran facilidad mediante el uso de
fundidores de tipo de rodillos gemelos en los que el
metal fundido se solidifica en la línea de contacto
de un par de rodillos intensamente enfriados, los cua-
les laminan el metal fundido en dirección ascendente
y hacia fuera de una boquilla de inyección aislada
10 en estrecha proximidad a los rodillos. Un fundidor de
este tipo es fabricado por Hunter Engineering Compa-
ny de Riverside, California. Típicamente, en el equi-
po de colada de este tipo el material colado tiene la
forma de una banda que tiene un intervalo de espesor
15 de aproximadamente 5-7,5 mm, y se cuele a una veloci-
dad de aproximadamente 625-1000 mm/min. El metal está
solidificado esencialmente en su totalidad cuando pa-
sa por la línea de centros de los rodillos del fundi-
dor, y se somete a una fuerte compresión a medida que
20 pasa a través de la abertura entre los rodillos, con
la consecuencia de que sus superficies están en con-
tacto excelente de intercambio de calor con los rodi-
llos del moldeador.

25 Se ha encontrado que por el uso de este equi-
po, aleaciones Al-Fe casi eutécticas que tienen un con-

tenido de Fe comprendido en el intervalo de 1,1-2,5%
pueden colarse en la forma de una placa delgada que
tiene la fase intermetálica solidificada en forma de
varillas finas. Esta placa colada delgada se somete
5 luego a trabajo para efectuar al menos 60% de reduc-
ción y preferiblemente reducciones aún mayores, y esto
conduce a la fragmentación de las varillas intermetá-
licas para formar partículas finas que se dispersan
por todo el material y tienen el efecto de estabilizar
10 una estructura de grano fino, como ya se ha explicado.
Al menos la reducción del 10% final es por laminación
en frío y preferiblemente la reducción se efectúa úni-
camente por laminación en frío. La aleación laminada
en frío se somete por último a recocido a una tempera-
15 tura comprendida en el intervalo de 250-400°C. Se pre-
fiere también recocer la placa a 350-500°C antes de la
laminación en frío.

El procedimiento de la presente invención
se realiza preferiblemente en conexión con aleaciones
20 que no contienen más de 2,0% Fe, y más particularmente
con aleaciones que tienen un contenido de Fe en el in-
tervalo de 1,3-2,0%. La invención se refiere a alea-
ciones que contienen menos de 5,0% en volumen por cien-
to de compuestos intermetálicos. En la mayoría de los
25 casos, se prefiere que el volumen de partículas inter-

metálicas exceda de 2,5% en volumen. Así, para los límites inferiores del contenido de Fe se prefiere que la aleación contenga uno o más elementos de aleación que formarán compuestos intermetálicos ternarios o de orden superior con Al y Fe. Para este fin, la aleación puede contener pequeñas proporciones de Si, Mn y Ni, todos los cuales forman fases ternarias con Al y Fe, y que se depositan en forma de varillas en las condiciones de colada especificadas. Puede incorporarse silicio en cantidades de hasta 2,0%, Ni hasta 1,0%, y Mn hasta 0,5%. El contenido total de fases intermetálicas preferiblemente no excede de 5,0% en volumen. Pueden proporcionarse también Cu en cantidades de hasta 1,0%, Mg hasta 1,0% y Zn hasta 2,0%. Estos componentes permanecen esencialmente en solución sólida. Otros elementos pueden incluirse en cantidades de hasta 1,0% total (0,3% máximo de cada uno).

Se pretende que el producto de chapa de aleación de la presente invención sea un material de chapa de bajo coste, y por esta razón está basado en metal de pureza comercial, pureza que no será mayor de 99,8%, y más usualmente será de 99,5 a 99,7%. Por consiguiente, la aleación contendrá al menos 0,08% de Si, y más usualmente 0,1-0,3% de Si sin adición de Si como constituyente de la aleación.

En la realización del procedimiento de la invención, se prefiere que el contenido de elementos aleantes de la aleación sea algo inferior a una composición eutéctica, con objeto de ampliar algo el intervalo de solidificación. Si el intervalo de solidificación es muy corto, se experimentará alguna dificultad en la colada de la aleación en un fundidor de rodillos gemelos. La adición de una pequeña proporción de Cu y/o Mg en cantidades de hasta un total de 1% tiene un efecto de reforzamiento conocido. Además de mejorar las propiedades mecánicas de la chapa de aleación, dicha adición reduce también la anisotropía entre las propiedades en las direcciones longitudinal y transversal.

El procedimiento de la presente invención es principalmente aplicable a la producción de chapa a partir de una aleación constituida por aluminio de pureza comercial con Fe en calidad de la adición aleante principal, y usualmente de 0,1 a 0,3% de Cu ó Mg. El contenido total de hierro está comprendido preferiblemente en el intervalo de 1,3 a 2,0% de Fe, y lo más preferiblemente entre 1,6 y 1,8%. Adicionalmente, puede incorporarse Si en cantidades de hasta 1,5% en total. Se encuentran algunas ventajas en la incorporación de Si en una cantidad de 0,5-1,2%.

El procedimiento de colada con alta velocidad de crecimiento es muy satisfactorio para colar una diversidad de aleaciones ternarias Al-Fe a fin de desarrollar una estructura intermetálica semejante a varillas, que se convierte en partículas dispersadas por laminación de la aleación, como ya se ha descrito.

Así, la fabricación de productos de chapa se enfoca por colada de una aleación Al-Fe binaria o ternaria casi eutéctica, por un procedimiento de colada continua con una velocidad de crecimiento de al menos 25 cm/min y un espesor menor que 25 mm para desarrollar varillas intermetálicas que se segmentan después efectuando al menos un 60% de reducción por laminación, estando comprendida la aleación dentro del intervalo de composiciones siguiente:

Fe	1,1 - 2,5%
Si	hasta 2,0%
Zn	hasta 2,0%
Cu	hasta 1,0%
Mg	hasta 1,0%
Ni	hasta 1,0%
Mn	hasta 0,5%
Otros	hasta 0,3% de cada uno (hasta 1,0% en total)
Al	el resto

El tamaño medio de las partículas intermetálicas será menor que 0,5 micras de diámetro (medido como el diámetro de una esfera de volumen equivalente al de la partícula). La aleación incluye preferiblemente Fe en una cantidad de 1,3-2,0%, más al menos un componente adicional comprendido dentro de los intervalos siguientes:

	Si	0,1 - 1,5%
	Zn	0,5 - 1,5%
10	Ni	0,1 - 0,5%
	Mn	0,1 - 0,4%

En todos los casos, se prefiere incorporar 0,1-0,3% de Cu ó 0,05-0,2% de Mg para proporcionar una resistencia suplementaria. Otros componentes se mantienen preferiblemente por debajo de 0,3% de cada uno y por debajo de 0,5% en total. El zinc en la cantidad indicada se incorpora convenientemente al material de chapa para uso como material de aletas en el material destinado a cambiadores de calor con el fin de asegurarse de que el material se corroerá con preferencia a los tubos del cambiador de calor. El material destinado a aletas incluye preferiblemente un pequeño contenido de manganeso.

Una adición de Ni en el intervalo de 0,1 a 1,0% a la aleación Al-Fe, que contenga posiblemente

Mn y Cu ó Mg, aumenta el límite aparente de elasticidad en estado recocido.

5 Los materiales de chapa producidos por un procedimiento que requiere colar la aleación en forma de una placa delgada con una velocidad de crecimiento de al menos 25 cm/min, exhiben una combinación más satisfactoria de límite aparente de elasticidad y alargamiento en estado recocido que los materiales que se obtienen a partir de la misma aleación cuando ésta se cuela en 10 lingotes por procedimientos convencionales de colada tipo D.C. antes de convertirla en chapa por operaciones típicas de laminación en caliente y en frío, como se ilustra en las tablas siguientes que muestran las propiedades de chapas de 1 mm.

15 Se observará que la adición de silicio proporciona escasa mejora en el límite aparente de elasticidad con referencia a la aleación Al-Fe con 1,7% de Cu, pero en algunas circunstancias la adición de Si en una cantidad de 0,5% o mayor hace aumentar la resistencia de la aleación a la corrosión. 20

Una combinación de propiedades mecánicas indicada por un límite aparente de elasticidad mayor que 2,32 kg/cm² más un alargamiento medio a la tracción mayor de 15% presenta un interés comercial particular. Se 25 observará que la chapa producida de acuerdo con esta in-

vención satisface estos requisitos, mientras que la chapa producida a partir de la misma aleación por laminación de lingotes convencionales de tipo D.C., no los satisface.

5

10

15

20

25

Aleaciones Al-Fe: Propiedades de Tracción (1); chapa de 1 mm

Material	Recién laminado		Recocido 300°C (2)		Recocido Parcial a 350°C		Recocido Parcial a 400°C					
	UTS* (kg/cm ²)	YS (kg/cm ²)	UTS (kg/cm ²)	YS (kg/cm ²)	UTS (kg/cm ²)	YS (kg/cm ²)	UTS (kg/cm ²)	YS (kg/cm ²)				
A.												
Colado con Rodillos Gemelos												
(1,70 Fe - 0,19 Cu - 0,15 Si)	7,28	6,04	5	4,18	3,56	16	3,87	3,10	19	3,56	2,32	26
Sin recocido de placa												
Recocido de placa 450°C (3)	6,66	5,42	6	3,56	2,94	22	3,41	2,48	21	3,10	1,86	22
Recocido Intermedio a 400°C (4)				3,87	3,25	16	3,56	2,79	22			
B.												
Colado Normal												
D.O.												
(1,68 Fe - 0,20 Cu - 0,15 Si) (5)	5,58	4,34	9	3,25	1,39	30	3,10	1,24	32	2,94	1,39	31

* UTS = Resistencia máxima a la tracción

YS = Límite aparente de elasticidad

Aleaciones Al-Fe-Si: Propiedades de Tracción (1); chapa de 1 mm

Material	Recién laminado		Recocido Parcial a 250°C (2)		Recocido Parcial a 300°C				
	UTS (kg/cm ²)	YS (kg/cm ²)	Alarga- miento (%)	UTS (kg/cm ²)	YS (kg/cm ²)	Alarga- miento (%)	UTS (kg/cm ²)	YS (kg/cm ²)	Alarga- miento (%)
A.									
Colado con Rodillos Gemelos (1,7 Fe - 1,2 Si - 0,2 Cu)	6,66	5,89	3	5,27	4,65	9	5,11	2,79	22
Sin Recocido de Placa	6,51	5,58	4	3,87	3,10	19	3,25	1,86	29
Recocido de Placa a 500°C (3)	6,82	5,73	4	4,03	3,25	17	3,72	2,17	20
Recocido de Placa a 400°C (1,7 Fe - 1,1 Si - 0,2 Cu - 0,46 Mn)	6,66	6,04	4	4,80	3,56	15	3,72	2,17	22
Recocido de Placa a 400°C	6,66	6,04	4	4,80	3,56	15	3,72	2,17	22
B.									
Colado Normal D.C.	5,73	5,11	7	2,94	1,24	30	2,94	1,24	30
(1,7 Fe (5), 2 Si - 0,2 Cu)	5,73	5,11	7	2,94	1,24	30	2,94	1,24	30

- OBSERVACIONES:
- (1) Propiedades de tracción determinadas sobre probetas de tracción de chapa normalizada; alargamientos medidos sobre una longitud de referencia de 5 cm.
 - (2) Los recocidos parciales son de 2 horas a las temperaturas indicadas.
 - (3) Placa recién colada de 6 mm de espesor, recocida durante 2 horas a las temperaturas indicadas antes de la laminación en frío a chapa de 1 mm.
 - (4) Placa recién colada de 6 mm, laminada en frío a 4 mm, y recocida a 400°C durante 1 hora antes de la laminación en frío a 1 mm.
 - (5) Lingote de tipo D.C., de 127 mm de espesor, precalentado a 400°C, laminado en caliente a 6 mm y laminado después en frío a 1 mm.

El material Colado con Rodillos Gemelos se coló a una velocidad de colada de 75 cm/min y con una velocidad de crecimiento de aproximadamente 50-70 cm/min. El material Colado Normal de tipo D.C. se coló en forma de lingote a una velocidad de colada de aproximadamente 9 cm/min y con una velocidad de crecimiento de aproxima-

damente 6-8 cm/min.

5 Las fases intermetálicas en el material de placa Colado con Rodillos Gemelos estaban constituidas por una fase metastable Al-Fe (Mn) semejante a varillas ramificadas con estructura tetragonal centrada en la malla más una fase α -Al-Fe(Mn)-Si semejante a varillas en proporciones dependientes del contenido de Si en la aleación. El diámetro de la sección transversal de las varillas era menor que aproximadamente 0,3 micras. No se detectaron en absoluto fases de FeAl_3 ó FeAl_6 ó MnAl_6 en la placa recién colada.

10 Las fases presentes en los lingotes D.C. de Al-Fe recién colados eran FeAl_3 ó FeAl_6 presentes como placas gruesas o papel ("script") con espesores generalmente mayores que 1 micra.

15 No se observa ninguna diferencia grande en las propiedades mecánicas de la chapa producida sometiendo la placa Colada con Rodillos Gemelos a las condiciones especificadas de laminación y recocido, como resultado de la variación del contenido de Fe entre 20 1,3 y 2,0% y del contenido de Cu entre 0,1 y 0,3%. La variación del contenido de Si entre 0 y 2,0% tiene escaso efecto, y en todos los casos es posible, por un control apropiado de las condiciones del recocido final dentro del intervalo de 250 a 400°C, producir chapa re-

25

cocida laminada en frío que tiene una combinación de límite aparente de elasticidad que excede de 2,32 kg/cm² y alargamiento a la tracción mayor que 15%, aun cuando se omite totalmente el Cu.

5

La presente solicitud que corresponde a las presentadas en Gran Bretaña, el 15 de Noviembre de 1.974, bajo el Número 49640/74 y 15 de Noviembre de 1.974, Número 49641/74, se acogen a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

15

- REIVINDICACIONES -

20

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

25

1ª.- Un método de fabricación de un producto

de chapa de aleación de aluminio a partir de una aleación Al-Fe binaria, ternaria o de orden superior, que comprende colar la aleación en forma de una placa de un espesor menor que 25 mm con una velocidad de crecimiento que excede de 25 cm/min para depositar compuestos intermetálicos en forma de varillas alargadas en un intervalo de tamaños de 0,05-0,5 micras de diámetro, someter la placa colada a al menos una reducción de 60% por laminación a fin de fragmentar las varillas intermetálicas, sometiéndose dicha chapa laminada a recocido final a una temperatura comprendida en el intervalo de 250-400°C, teniendo dicha aleación la composición:

	Fe	1,1 - 2,5%
15	Si	hasta 2,0%
	Zn	hasta 2,0%
	Ni	hasta 1,0%
	Mn	hasta 0,5%
	Cu	hasta 1,0%
20	Mg	hasta 1,0%
	Otros	hasta 0,3% de cada uno, hasta 1% en total
	Al	el resto

incluyendo dicha aleación fases intermetálicas en una cantidad menor que 5,0% en volumen.

2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª en el que dicha aleación incluye Fe en una cantidad de 1,3-2,0% y adicionalmente incluye al menos un componente adicional dentro de los intervalos siguientes:

5

Si	0,1 - 1,0%
Zn	0,5 - 1,5%
Ni	0,1 - 1,0%
Mn	0,1 - 0,4%

10

3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2ª en el que dicha aleación incluye adicionalmente 0,1-0,3% de Cu ó 0,05-0,2% de Mg, estando limitados otros componentes a menos de 0,1% cada uno y 0,3% en total.

15

4ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª en el que dicha aleación se compone esencialmente de aluminio de pureza comercial (Al de 99,5 a 99,8%) y Fe adicional para elevar el contenido de Fe a 1,3-2,0%.

20

5ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª en el que dicha placa se somete a trabajo exclusivamente por laminación en frío.

25

6ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª en el que la placa recién colada se somete a recocido a una temperatura de 350-

-500°C antes de la laminación en frío.

7a.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1a, en el que dicha aleación incluye 1,1-2,5% de Fe y 0,1-1,0% de Ni y además

5	Si	hasta 1,0%
	Zn	hasta 1,5%
	Mn	hasta 0,5%
	Cu	hasta 0,3%
	Mg	hasta 0,2%
10	Otros	hasta 0,3% de cada uno (hasta 0,5% en total)
	Al	el resto

que comprende colar la aleación en forma de una placa de un espesor menor que 25 mm con una velocidad de crecimiento que excede de 25 cm/min para depositar compuestos intermetálicos en forma de varillas alargadas en un intervalo de tamaños de 0,05-0,5 micras de diámetro, y someter la placa colada a al menos 60% de reducción por laminación en frío para fragmentar las varillas intermetálicas, siendo sometida dicha chapa laminada en frío a recocido final a una temperatura comprendida en el intervalo de 250-400°C.

8a.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1a, en el que dicha aleación tiene la composición siguiente:

5

Fe	1,3 - 2,0%
Si	hasta 2,0%
Mn	hasta 0,5%
Otros	hasta 0,3% de cada uno (has- ta 0,5% en total)
Al	el resto

10

caracterizándose dicho producto de chapa por un tamaño de grano menor de 3 micras y una dispersión de partículas intermetálicas finas en el intervalo de tamaños de 0,05-0,5 micras de diámetro medio, exhibiendo dicha chapa un límite aparente de elasticidad mayor que 2,32 kg/cm² y un alargamiento a la tracción mayor de 15%.

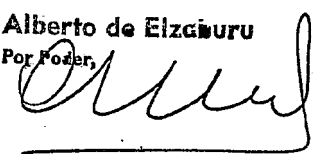
15

9a.- Un método de fabricación de un producto de chapa de aleación de aluminio.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

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

Madrid, 15. ABR. 1977

P.A. Alberto de Elizaburu
Por Poder,


11-4-77
VGD.