

442619

P.-61.742

AJH/9081-Spain
AL-SI ALLOY"

-9 D/8. 1975

Memoria descriptiva

Int. Cl.:	C22C

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de ALCAN RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED

entidad canadiense

con domicilio en 1, Place Ville Marie, Montreal, Quebec,
Canadá

por: "UN METODO DE PRODUCIR UN PRODUCTO DE CHAPA DE ALLEA
CION DE ALUMINIO-SILICIO"

25.11.75.

- 1 -

La presente invención se refiere a aleaciones de aluminio endurecidas por dispersión. Las propiedades mecánicas de un producto de aleación endurecido por dispersión, están reguladas por una dispersión fina de partículas insolubles microscópicas y/o por la estructura de dislocación o estructura de grano que resulta de la presencia de estas partículas.

En la solicitud de patente española en tramitación número 426.360 se ha descrito la producción de aleaciones de aluminio endurecidas por dispersión mediante el trabajo de una masa colada de aluminio, en la que hay presentes fases intermetálicas similares a bastoncillos y quebradizas, generalmente fases intermetálicas ternarias, de tal modo que se segmentan las fases similares a bastoncillos para formar partículas separadas que están dispersadas por la masa. Se encontró que cuando las partículas intermetálicas de un tamaño comprendido en el margen de aproximadamente 0,1 a 2 micras de diámetro, forman aproximadamente del 5,0 al 20% en volumen de una aleación de aluminio, la aleación trabajada posee propiedades mecánicas muy interesantes. Las propiedades mecánicas de la aleación decaen cuando la fracción en volumen de la fase intermetálica desciende por debajo del 5,0%, mientras que la ductilidad y la tenacidad decaen cuando la fracción en volumen excede

del 20%. Las propiedades mecánicas del producto son afectadas también adversamente por la presencia de partículas intermetálicas gruesas, de un tamaño superior a las 3 micras de diámetro.

5 El método más conveniente para producir fases intermetálicas similares a bastoncillos, en una masa de aluminio, es colar una aleación eutéctica ternaria, incorporando elementos de aleación que forman fases intermetálicas con el aluminio al solidificar, en condiciones de colada seleccionadas para producir el llamado "crecimiento asociado". Este fenómeno es muy conocido y se explica en un artículo de J. D. Livingston en "Material Science Engineering", volumen 7 (1971), páginas 61-70.

15 En las aleaciones consideradas en la solicitud de patente española en tramitación Nº 426.360, se encontró que era posible obtener la estructura deseada de bastoncillos, próximamente espaciados, de la fase intermetálica, produciendo lingotes por colada continua con enfriamiento directo, convencional.

20 Se encontró que con los sistemas de aleaciones eutécticas ternarias, a los que este procedimiento es aplicable principalmente, se podía conseguir la deseada estructura de las fases intermetálicas en forma de bastoncillos próximamente espaciados, de tamaño apro-

25

piado, si la velocidad de crecimiento (velocidad de depósito de metal sólido en una dirección perpendicular al frente de solidificación) excedía de 1 cm/minuto. Fue necesario, también, para asegurarse de que había un gradiente de temperatura adecuado en el metal líquido, evitar la formación, en la medida de lo posible, de partículas intermetálicas primarias gruesas en puntos situados por delante del frente de solidificación.

El método de dicha solicitud de patente española en tramitación Nº 426.360 se ha encontrado muy satisfactorio para la producción de chapa de aleación de aluminio que tiene una buena combinación de características de límite de fluencia o límite elástico aparente y de aptitud para la conformación.

Las aleaciones de aluminio-silicio que tienen un 5 a 12% de contenido de Si, han sido conocidas desde hace muchos años. En tales aleaciones, el contenido de silicio no forma una fase intermetálica y, cuando son coladas por el procedimiento de colada continua con enfriamiento directo y en las condiciones empleadas para la producción de lingotes de grueso sustancial (por ejemplo 10 a 30 cm), se encuentra que la fase de silicio se solidifica en forma de cintas similares a hojas, relativamente gruesas, que tienen un espesor comprendido en el margen de 2 a 5 micras y una anchura sustancialmente

mayor.

La chapa de aleación de Al-Si ha sido laminada a partir de dicho material de lingote.

5 La chapa de aleación en el estado tal como queda después de laminada, posee una resistencia mecánica satisfactoria, pero es demasiado quebradiza para que sea posible conformarla. Si la chapa laminada en frío se somete a recocido a temperaturas por encima de los 250°C, su ductilidad y aptitud para la conformación son mejoradas en gran manera, pero su límite de fluencia ha decaído entonces hasta aproximadamente el nivel de la chapá de aluminio de pureza comercial, recocida.

15 Aunque el producto ha encontrado utilización en aplicaciones especiales, dicha utilización ha sido restringida a las aplicaciones en las que resulta aceptable una baja resistencia mecánica.

20 En comparación con dichas otras aleaciones de aluminio, las aleaciones de Al-Si 5-12%, poseen varias ventajas. El silicio es un elemento de aleación de bajo coste. Las aleaciones son baratas de tratar y poseen una buena resistencia a la corrosión, de tal manera que su resistencia mecánica relativamente baja constituye una desgracia.

25 Un objeto de la presente invención es propor

cionar un método mejorado de tratar estas aleaciones para aprovechar estas ventajosas propiedades y, en particular, es un objeto de la invención proporcionar un método de tratar las aleaciones para proporcionar cha
5 pa de aleación que tenga una aceptable aptitud para la conformación, unida a propiedades de tracción mejores que las que se encuentran en las aleaciones cuando han sido sometidas a laminación y recocido como se han des
crito anteriormente.

10 Se ha encontrado ahora que es posible obtener productos de aleación de Al-Si 5-12%, de propiedades metálicas mejoradas, mediante la colada de la aleación utilizando procedimientos de colada especiales, que son eficaces para solidificar el contenido de sili
15 cio en forma de bastoncillos ramificados finos, es decir bastoncillos comprendidos en el margen de aproximadamente 0,05 a 0,5 micras de diámetro, y sometiendo, se
guidamente, la aleación colada a un trabajado, de tal modo que se fracturen los bastoncillos de silicio y se
20 forme una dispersión de finas partículas de silicio en un margen de tamaños correspondiente. El trabajado debe dar como resultado una reducción de un 60% por lo
menos, y puede ser un trabajado o deformación en calien
te o en frío. En la mayor parte de los casos, la reduc
25 ción del espesor del desbaste plano se efectuará exclu

sivamente por laminación en frío, pero cuando el des
baste plano se ha reducido por laminación en caliente,
se aplica por lo menos una reducción adicional del 10%
mediante laminación en frío.

5

El tamaño fino de las partículas de silicio
produce alguna mejora del límite de fluencia en la cha
pa laminada en frío en el estado tal como queda después
de laminada, pero esta mejora es de una importancia prá
tica escasa. Hay sin embargo una mejora muy marcada del
límite de fluencia de la chapa después de un recocido
parcial a una temperatura comprendida en el margen de
250 a 400°C, mientras que la aptitud para la deforma-
ción de la chapa ha mejorado hasta un nivel tal que
la chapa se puede utilizar para operaciones de embuti-
ción profunda o de intensa conformación por estirado.
Su aptitud para esta finalidad viene indicada por un
alargamiento a la tracción mayor de un 15%, preferible-
mente de aproximadamente un 20%.

10

15

20

25

Se cree que el principal efecto beneficioso
de las partículas finas de silicio al comunicar esta
combinación de adecuada aptitud para la conformación
y límite de fluencia mejorado en el estado parcialmen-
te recocido, es que dichas partículas retienen un ta-
maño de grano o de subgrano, uniforme y fino, durante
el tratamiento final de recocido.

Con el fin de conseguir resultados óptimos, por lo tanto, el tamaño de partícula es de importancia y la dispersión de las partículas por la aleación debe ser tan uniforme como sea posible. Si las partículas
5 son gruesas o están dispersadas desigualmente, los granos serán demasiado grandes. Por otra parte, si las partículas son demasiado pequeñas (menores de 0,05 micras), éstas no tendrán el efecto de bloquear los granos. Los límites de grano contornearán las partículas
10 y el material tendrá buena aptitud para la conformación, pero bajo límite de fluencia.

La presencia de partículas primarias en la aleación, además de las partículas finas, puede ser tolerada hasta un 2% en volumen aproximadamente, pero estas partículas grandes conducen a una menor aptitud para la deformación, y su formación deberá ser evitada en lo posible. El procedimiento de la presente invención se aplica, preferiblemente, sólo a las aleaciones de Al-Si que contienen de 5 a 12% de Si, pero muchos
15 de los beneficios de la invención se obtienen con aleaciones hipereutécticas que contienen hasta un 15% de Si. Por debajo del 5% de Si, la fracción en volumen de partículas dispersadas es demasiado pequeña para producir las propiedades de tracción deseadas, acompañadas por una buena aptitud para la conformación.
20
25

El desarrollo de la estructura deseada en el material colado se puede conseguir, solamente, mediante la colada continua de la aleación en condiciones que conducen a una velocidad de crecimiento de 25 cm/minuto, por lo menos, y más preferiblemente, de 40 cm/minuto por lo menos, y, convenientemente, de 50 a 85 cm/minuto. El diámetro de los bastoncillos de silicio disminuye con el aumento de la velocidad de crecimiento y, como ya se ha indicado, el tamaño de las partículas de silicio no debe ser inferior a 0,05 micras aproximadamente. Por consiguiente, se estima que la velocidad de crecimiento durante la colada no debe exceder de aproximadamente 250 cm/minuto. En cualquier caso, es extremadamente difícil conseguir una velocidad de crecimiento tan alta en ninguna operación de colada continua comercialmente practicable. El material colado se cuele, normalmente, en forma de un desbaste plano continuo, que tiene un espesor de aproximadamente 3 mm. El máximo espesor del desbaste plano, compatible con una velocidad de crecimiento de 25 cm/minuto, es de 25 mm aproximadamente.

Sin embargo, es posible reducir el contenido de Si hasta aproximadamente un 4% en peso. En tal caso, se prefiere incorporar constituyentes de aleación adicionales, que tengan el efecto de aumentar la

fracción en volumen de las fases secundarias por encima de un 5%. En particular, la invención considera la adición de hasta un 2% de Fe en peso, y hasta un 2% de Mn (siendo el máximo total de Fe y Mn de un 3%).

5 También son tolerables hasta un 2% de cada uno de los elementos Cu, Mg y Zn, pero el total de Cu, Mg, Zn y Fe y Mn se mantienen, preferiblemente, por debajo de un 3% en peso. Otros elementos pueden estar presentes en una cantidad total de un 1% como máximo (0,5% de cada uno como máximo). Sin embargo, se prefiere que el total de otros elementos se mantenga por debajo de 0,15%. Si hay Fe presente en solamente las cantidades convencionales como impureza en el aluminio de impureza comercial, el total de impurezas, incluyendo Fe, se
10 mantiene preferiblemente por debajo de 0,5%, considerándose como impurezas todos los elementos de aleación distintos del Cu, Mg y Mn.

Un método de colada no continuo, tal como la colada en un molde permanente, no consigue la estructura deseada, ni se puede conseguir ésta por procedimientos que requieran la conversión del metal líquido en gotitas discontinuas, tal como el denominado colada por proyección.

25 Con el fin de conseguir propiedades óptimas, el procedimiento de colada empleado debe dar como resul

do la alta velocidad de crecimiento especificada, substancialmente por todo el espesor del material colado.

5 En los procedimientos para colar desbaste: plano de aluminio de poco espesor, utilizando sistemas de enfriamiento directo con agua o con metal enfriado, la velocidad de avance de la interfase sólida-líquida (velocidad de crecimiento) es próxima a la velocidad de colada. Con un lingote grueso o con un molde de baja velocidad de transferencia de calor, tal como un molde continuo de cinta, la velocidad de crecimiento será menor que la velocidad de colada. La velocidad de crecimiento es un parámetro importante, puesto que a medida que aumenta la velocidad de crecimiento, aumenta el número de bastoncillos de Si (con un diámetro correspondientemente menor).

10

15

En el equipo de colada de gran volumen, utilizado en la práctica, este requisito de elevada velocidad de crecimiento se consigue con la máxima facilidad, mediante el uso de sistemas de colada del tipo de rodillos gemelos, tal como los sistemas de colada de desmoldeo continuo, fabricados por la Hunter Engineering Company, de Riverside, California, Estados Unidos de América, en los que el metal fundido se solidifica en la línea de contacto de un par de rodillos intensamente enfriados, que tiran del metal fundido hacia arriba,

20

25

sacándolo de una boquilla de inyector aislada, situada muy próxima a los rodillos. Típicamente, en el equipo de colada de este tipo, el material colado está en forma de un desbaste plano de un espesor comprendido en el margen de 5 a 8 mm, y es colado a una velocidad de 60 a 100 cm/minuto (con una velocidad de crecimiento correspondiente comprendida en el margen de 50 a 85 cm/minuto). El metal está solidificado esencialmente por completo, cuando pasa por la línea central de los rodillos del sistema de colada, y es sometido a una fuerte compresión cuando pasa a través de la separación que existe entre los rodillos, con la consecuencia de que sus superficies están en un excelente contacto de intercambio de calor con los rodillos del sistema de colada.

Se encuentra que mediante el uso de este equipo las aleaciones de Al-Si que tienen un contenido de silicio comprendido en el margen de 5 a 12%, se pueden colar en forma de un desbaste plano, de poco espesor, que tiene sustancialmente todo el silicio en forma de unos bastoncillos. Con un contenido de Si comprendido en el margen de 12 a 15%, puede haber también un contenido de partículas de silicio primarias. Seguidamente, este desbaste plano colado, de poco espesor, se somete a laminación en frío, para efectuar una reducción de

un 60% por lo menos y, preferiblemente, se emplean reducciones aún mayores. Esto conduce a la fragmentación de los bastoncillos de silicio para formar unas partículas de silicio, que son dispersadas muy uniformemente por todo el material.

En comparación con la capa de aleación de Al-Si de la misma composición, pero producida mediante lingotes de laminación en caliente de tamaño convencional, por ejemplo con un espesor de 15 cm, producidos por colada continua con enfriamiento directo convencional, a una velocidad de colada de 15 cm/minuto (una velocidad de crecimiento correspondiente del orden de 6 a 8 cm/minuto), la chapa de aleación de Al-Si producida por el procedimiento de la presente invención, muestra un considerable aumento en las propiedades mecánicas. Se obtiene una deseable combinación de límite de fluencia y aptitud para la conformación, cuando la chapa deformada en frío ha sido sometida a un tratamiento de recocido parcial, tal como manteniéndola a 300°C durante 2 horas. Se cree que el principal efecto beneficioso de las partículas de silicio, en el margen de tamaños obtenido por fragmentación de los bastoncillos de silicio, es que éstas retienen o estabilizan un tamaño de grano o subgrano, uniforme y fino.

En la realización del procedimiento de la in

vención, se prefiere que el contenido de silicio de la aleación sea algo inferior al de la composición eutéctica, con el fin de extender el margen de solidificación. Por ejemplo, al presente fin se prefiere un contenido de Si de 7 a 10%. Las propiedades mecánicas del producto se pueden mejorar mediante la adición de una pequeña proporción, por ejemplo de hasta un 2%, de Cu y/o Mg (no más de un 3% en total). Generalmente, se prefiere que dicha adición, (si se efectúa) sea de 0,2 a 1% de Cu o Mg. Además de mejorar las propiedades mecánicas de la chapa de aleación, se reduce también la anisotropía entre las propiedades transversales y longitudinales. Ello no perjudica de ningún modo las ventajas del presente procedimiento de incorporar pequeñas cantidades de Fe y/o Mn, como ya se ha indicado. Estas solidificarán como una fase intermetálica ternaria, con Al y Si. Sin embargo, la cantidad de dichos elementos de aleación adicionales, no debe aumentarse hasta tal nivel que la fracción en volumen del silicio precipitado y de las fases intermetálicas ternarias exceda de aproximadamente un 20%, puesto que esto conduce a una disminución de la tenacidad y de la ductilidad.

El siguiente ejemplo compara la estructura de la aleación aluminio-9,5% de silicio, en el estado

tal como queda después de colada, cuando ha sido colada como un lingote de Enfriamiento Directo convencional, por una parte, y como desbaste plano, de poco espesor, con elevadas velocidades de crecimiento superiores a 40 cm/minuto, por otra parte.

EJEMPLO 1

Comparación de las estructuras del Al-9,5 Si, tal como han quedado después de la colada.

<u>Pieza colada</u>	<u>Enfriamiento Directo convencional (E.D.)</u>	<u>Desbaste plano Enfriamiento Directo, poco espesor</u>	<u>Desbaste plano de sistema de colada de rodillos gemelos</u>
Sección transversal:	10 x 23 cm	0,6 x 30 cm	0,7 x 83 cm
Velocidad de colada:	7,5-10 cm/min	75-120 cm/min	60-80 cm/min
Velocidad de crecimiento (solidificación)	6-8 cm/min	40-60 cm/min	50-75 cm/min
Microestructura	Cintas de Si laminares	Bastoncillos de Si ramificados, finos	Bastoncillos de Si ramificados, finos
Sección transversal de la fase de silicio	2-5 micras	Menos de 1/2 micra	Menos de 1/2 micra.

El siguiente ejemplo compara las propiedades de resistencia mecánica y de alargamiento, de la chapa lami-

nada en frío producida a partir de un desbaste plano de sistema de colada de rodillos gemelos, y de un desbaste plano E.D., de poco espesor, a las velocidades de crecimiento altas del Ejemplo 1, en comparación con la chapa laminada en frío producida a partir de un lingote E.D., colado a velocidades de crecimiento convencionales del orden de 6 a 8 cm/minuto.

El desbaste plano de enfriamiento directo, de poco espesor, fue colado por un procedimiento similar a la colada normalizada con enfriamiento directo, a excepción de que se coló un lingote de muy poco espesor. El molde era un molde de cobre enfriado con agua, de 19 mm de longitud, y se aplicó al lingote que emergía, una película de agua de alta velocidad (150 cm/segundo). La velocidad de colada del lingote estaba en el margen de 75 a 120 cm/minuto. La alta velocidad de colada en combinación con la alta velocidad de extracción de calor desde el desbaste plano de poco espesor, dieron velocidades de crecimiento muy altas en la porción central del lingote.

EJEMPLO 2

Aleaciones Al-Si

Propiedades de tracción (1) de chapa de 1 mm de espesor.

Material	Tel. como queda des- pués de laminado		Recocido parcial 300°C (2 horas)		Recocido parcial 350°C (2 horas)		Recocido parcial 400°C (2 horas)				
	RRT (4) (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	Alar- gamien- to	RRT (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	RRT (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	RRT (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	Alar- gamien- to	
<u>A.</u> Desbaste plano, ro- dillos gemelos 9,4% de Si (desbas- te plano recocido a 275°C) (2)	6,35	4,80	7	4,50	3,26	16	4,18	2,79	20	2,33	20
	6,05	4,34	6	4,18	2,79	21	3,87	2,48	21	1,86	24
<u>B.</u> Desbaste plano E.D. delgado 9,5% Si-O,6% de Cu (desbaste plano re- cocido a 325°C)	8,37	4,18	2	4,96	3,57	17	4,65	2,64	19	4,34	20

EJEMPLO 2 (Continuación)

Aleaciones Al-Si

Propiedades de tracción (1) de chapa de 1 mm de espesor

Material	Tal como queda después de laminado		Recocido parcial 300°C (2 horas)		Recocido parcial 350°C (2 horas)		Recocido parcial 400°C (2 horas)	
	RRT (4) (kg/cm ²)	Alargamiento LF (kg/cm ²)	RRT (kg/cm ²)	Alargamiento LF (kg/cm ²)	RRT (kg/cm ²)	Alargamiento LF (kg/cm ²)	RRT (kg/cm ²)	Alargamiento LF (kg/cm ²)
<u>E.</u> Desbaste plano E.D. delgado 11,6% Si (desbaste plano recocido a 350°C)	5,8	4,49	4,34	3,10	4,18	2,64	18	
<u>C.</u> Lingote E.D. normalizado 9,5% Si (lingote recocido a 350°C) 12,0% Si (lingote recocido a 350°C)	5,27	3,87	3,10	1,24	3,26	1,09	28	30
	5,12	4,18	3,10	1,39	3,10	1,39	24	23

Nota: (1) Resistencia a la rotura por tracción (RRT) y límite de fluencia (LF) son promedios de las probetas de tracción de chapa, normalizada, medidos en la dirección longitudinal y transversal; los alargamientos se midieron para una distancia entre puntos de 5 cm.

(2) Desbaste plano, de 6 mm de grueso, tal como queda después de colado, recocido una hora a las temperaturas indicadas, antes de laminarlo en frío hasta una chapa de 1 mm.

(3) Lingote E.D. normalizado, espesor 10 cm. precalentado a 350°C. laminado en caliente hasta 6 mm y, seguidamente, laminado en frío hasta 1 mm.

EJEMPLO 3.

5 Se produjo un desbaste plano E.D., de poco
espesor, a partir de aleaciones de Al-Si de diferente
contenido de Si, en un espesor de 6 mm, a una veloci-
dad de crecimiento de 40-60 cm/minuto. Este se laminó
seguidamente en frío hasta una chapa de 1 mm. La cha-
pa se recoció a continuación parcialmente a 300°C o
10 350°C, durante 2 horas. Seguidamente, se representó
gráficamente el límite de fluencia frente al porcenta-
je de Si, como se muestra en la figura 1 que se acom-
paña, a partir de la cual se verá que hubo un progresi-
vo aumento de límite de fluencia a medida que el conte-
nido de Si aumentaba a lo largo del margen de 6% de Si
15 hasta 11,5% de Si.

El desbaste plano colado, que tenía la fase
de silicio en forma de bastoncillos, puede ser bobina-
do y enviado para laminación y subsiguiente recocido
a otro punto. Así, constituye por sí mismo un valioso
20 artículo de comercio.

EJEMPLO 4

Una aleación de aluminio y silicio, que tenía
25 la composición Si 9,4%, Fe 0,17%, Ti 0,03%, el resto Al

(impurezas inferiores a 0,01% de cada una), se coló en un sistema de colada de rodillos gemelos, de la Hunter Engineering, a una velocidad de 70 cm/minuto, un espesor de 7,4 mm y una anchura de 84 cm. La aleación fundida se suministró a la caja de colada de la máquina, a una temperatura de aproximadamente 610°C.

El desbaste plano colado fue sometido a un tratamiento de recocido de desbaste plano o de homogeneización, a una temperatura en el margen de 250 a 400°C, antes de la laminación en frío, durante media hora por lo menos, para precipitar el silicio de la solución sólida.

Este tratamiento de recocido de desbaste plano no produce la tendencia a la fisuración, la cual puede ocurrir, de otro modo, durante la operación de laminación ulterior. En realidad, es muy difícil laminar en frío el desbaste plano con éxito, a menos que éste haya sido sometido primeramente a dicho tratamiento de recocido de desbaste plano.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Gran Bretaña, el 15 de Noviembre de 1974, bajo el N° 49639/74, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

- REIVINDICACIONES -
=====

5 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:

10 1ª.- Un método de producir un producto de chapa de aleación de aluminio-silicio, que comprende colar una aleación de aluminio-silicio en forma de un delgado desbaste plano, a una velocidad de crecimiento superior a 25 cm/minuto, para solidificar el silicio en forma de bastoncillos alargados de un margen de tamaño comprendido entre 0,05 y 0,5 micras, someter el desbaste plano colado a una reducción de un 60% por lo menos, para fragmentar dichos bastoncillos de silicio alargados en partículas separadas finamente divididas, sometándose dicho desbaste plano a, por lo
15 menos, una reducción final del 10% mediante laminación en frío, para convertirlo en una forma de chapa final, siendo sometida dicha chapa laminada en frío a un recocido a una temperatura comprendida en el margen de 250
20 a 400°C, teniendo dicha aleación la siguiente composición: Si, 4 a 15%; Cu, hasta 2%; Mg, hasta 2%; Zn, has
25 ag

ta 2%; Fe, hasta 2%; Mn, hasta 2%; otros hasta 0,5% de cada uno de ellos (hasta 1,0% en total); Al, el resto; sin que el contenido de Fe y Mn exceda del 3% en total.

5 2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el cual el contenido de Si es inferior al 12%.

10 3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el cual dicha aleación tiene la siguiente composición: Si, 7 a 10%; Cu hasta 1,0%; Mg, hasta 1,0%; Mn, hasta 1,0%; otros hasta 0,3% de cada uno de ellos (total 1,0%); Al, el resto.

15 4ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 3ª, en el cual dicha aleación tiene la siguiente composición: Si, 7 a 10%; Cu, 0,2 a 1,0%; otros hasta 0,5% en total.

20 5ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, en el cual la aleación se cuele a una velocidad de crecimiento comprendida en el margen de 40 a 85 cm/minuto.

6ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª, en el cual la chapa laminada en frío es recocida a una temperatura comprendida en el margen de 300 a 350°C.

25 7ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de

las reivindicaciones 1ª a 6ª, en el cual el desbaste plano tal como sale de la colada, es recocido a una temperatura comprendida entre 250 y 400°C antes de la laminación en frío.

5 8ª.- Un método de producir un producto de chapa de aleación de aluminio-silicio.

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

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

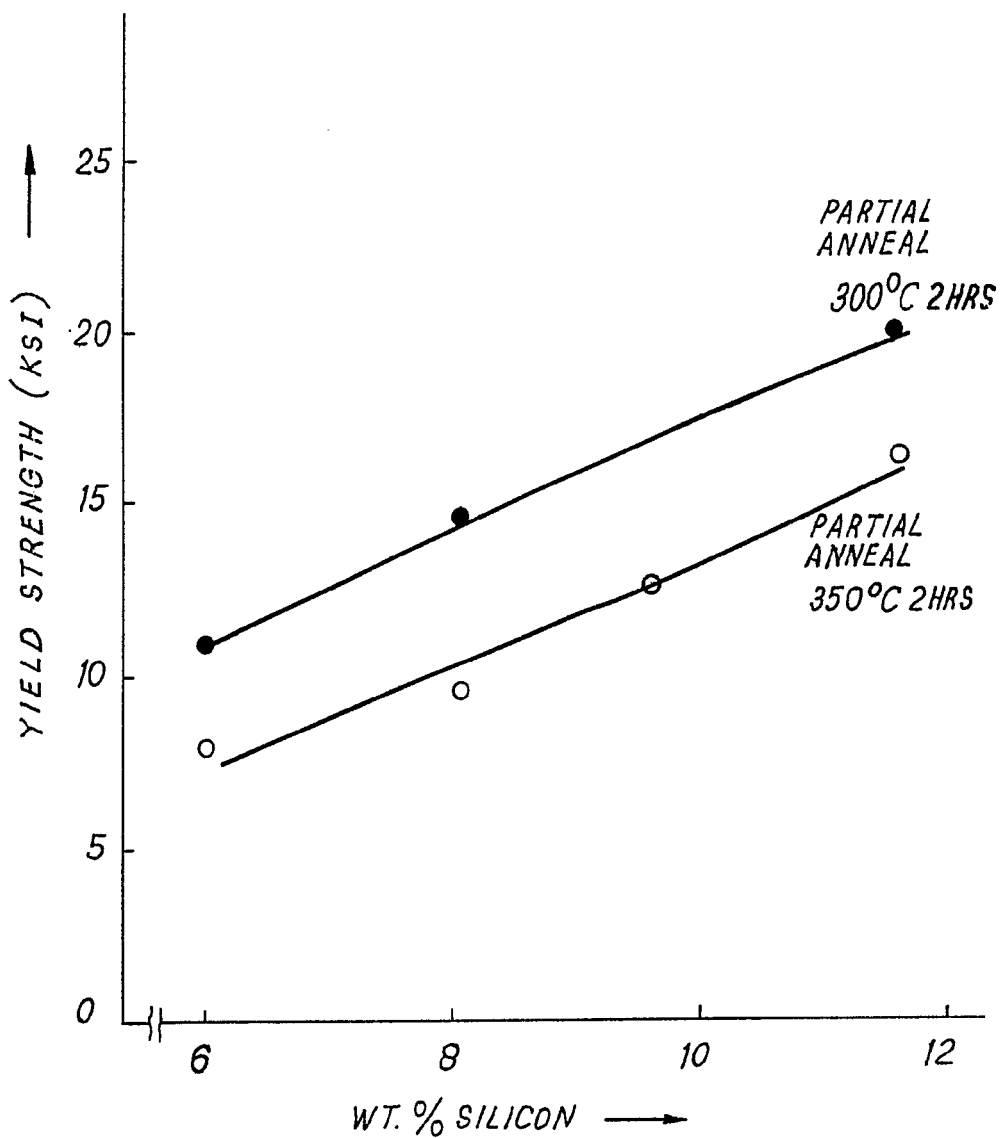
Madrid, - 9 D I E . 1975

P. A.

15

Oscar de Elzaburu
Per [unclear]
Arta

27.11.75.
MJP/.



Osaka Electric
[Handwritten Signature]