

441.460

3.^a COPIA

PATENTE DE INVENCION

BR 1759

Int. Cl.² C22C; H01B

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE UN CONDUCTOR DE
ALEACION DE ALUMINIO.

441.460

Solicitante: SOCIETE DE VENDE DE L'ALUMINIO PECHINEY, entidad
francesa, residente en 23bis, rue Balzac, 75008
PARIS, Francia.

La presente invención tiene
por objeto un procedimiento para fabricar conduc-
tores de aleaciones de aluminio de características
mecánicas y eléctricas mejoradas.

5

Los conductores, producidos por

BAD ORIGINAL

la invención, se destinan sobre todo a las instalaciones domésticas, a los cables telefónicos y a la fabricación de hilos de bobinado en particular esmaltados.

5 La utilización como conductores eléctricos de las aleaciones de aluminio ha comenzado con los cables de transporte de fuerza aéreos para los cuales se ha utilizado en primer lugar aluminio con menos de 0,5% de impurezas denominado A 5/L en estado 4/4 duro. Estos cables eran cables heterogéneos con conductores de aluminio y alma de acero. Cuando se ha tratado después de hacer cables homogéneos y se ha hecho necesaria una resistencia a la ruptura más importante, se ha utilizado una aleación denominada A-G S/L que contiene aproximadamente 0,7% de magnesio, aproximadamente 0,6% de silicio y hasta 0,35% de hierro.

10 Esta aleación puede adquirir por tratamiento térmico de puesta en solución, temple, trefilado y recocido, interesantes características mecánicas:

- Carga de rotura $R = 35 \text{ kg/mm}^2$
- Alargamiento $A = 7 \%$

15 La resistividad = 3,25 cm es sin embargo sensiblemente mas elevada que la del A 5/L.

20 La aplicación de las aleaciones de aluminio como conductores se extendió después a los cables de energía aislados para los cuales se utilizaba generalmente el A 5/L.

25 Para otras aplicaciones eléctricas de las líneas de transporte de potencia o los cables aislados, tales como por ejemplo el hilo para instalaciones domésticas o el cable telefónico, es preciso utilizar un hilo de conductividad eléctrica próxima a la del A 5/L pero que presente a

30

igual alargamiento (aproximadamente 10%), superiores cargas de rotura. Se requiere igualmente otras cualidades tales como la resistencia a la deformación continua, la plegabilidad y la trefilabilidad a gran velocidad.

5

Se conoce (Patente francesa publicada bajo el nº 2.053.838 y Patente francesa depositada bajo el nº 7.212.569) la forma de utilizar para estas aplicaciones la aleación AGS/L pero en un estado metalúrgico tal que su conductividad eléctrica sea aumentada y su carga de rotura disminuida con relación a las que presentan en el A-GS/L para cables aéreos.

10

Sabido es en efecto que las aleaciones que contienen magnesio y silicio pueden adquirir características mecánicas elevadas por el fenómeno de endurecimiento estructural.

15

Esquemáticamente el tratamiento comprende:

- una puesta en solución a elevada temperatura de los compuestos intermetálicos, precipitados en la colada. En el caso del A-GS/L, se trata del compuesto inter-metalico Mg_2Si y la temperatura de puesta en solución se halla comprendida entre 500° y 600°.

20

- un temple que mantiene los elementos del compuesto inter-metalico disueltos en solución super saturada.

- un recocido de endurecimiento que semeja los átomos de magnesio y de silicio en forma de fase B' Mg_2Si en agujas.

25

Este recocido se efectúa aproximadamente a 165°.

A título de ejemplo, las características mecánicas y eléctricas del A-GS/L evolucionan en la forma siguiente:

30

- estado templado : carga de rotura 22 kg/mm²

maduro Resistividad: 3,6 cm
alargamiento a la rotura 20%

- estado trefilado: carga de rotura 35 kg/mm²

recocido Resistividad: 3,25 cm
alargamiento a la rotura 7 %

5

Se comprueba que la resistividad eléctrica es mucho más elevada en el metal templado que contiene en solución sólida magnesio y silicio, que en el metal recocido en el cual el compuesto inter-metálico Mg₂Si a precipitado en parte a partir de la solución sólida.

10

La patente francesa 2.053.838 describe nuevas condiciones de transformación que consiste en las operaciones sucesivas siguientes:

- puesta en solución sólida y temple de hilo de filigrana.
- trefilado hasta el diámetro final.
- tratamiento de precipitación a elevada temperatura 2h a 4h a 250°.

15

La aplicación de este último tratamiento permite obtener un hilo que responde perfectamente al pliego de cargas provisional U.T.E. para los hilos de aleación de aluminio para instalaciones domésticas que impone:

20

R > 15,9 kg/mm²

P < 2,95 μ - cm

A > 5%

Esta buena combinación de características mecánicas y eléctricas se debe a la importante precipitación de Mg₂Si al tratamiento final que disminuye la resistividad, y al estado de recristalización parcial provocado por este tratamiento.

25

La Patente francesa depositada bajo el nº 7.121.569 muestra, de forma sorprendente, que pueden obte-

30

nerse características próximas sobre el A-GS/L no templado
obtenido por colada continua en una máquina que comprende una
rueda de colada y una serie de laminadores, de tipo Properzio
por ejemplo. Basta en este caso trefilar directamente tal hi-
5 lo de filigrana hasta obtener el diámetro final y proceder
a un tratamiento final de algunas horas a 250° para obtener
una asociación tal que

$$R = 16 \text{ à } 18 \text{ kg/mm}^2 \quad \rho = 2,85 \text{ } \mu\text{A cm à } 2,90 \text{ } \mu\text{A cm}$$

10 Estas técnicas, aunque interesantes, tie-
nen sin embargo un inconveniente: las condiciones del trata-
miento final que condicionan la asociación de las caracterís-
ticas mecánicas y eléctricas no son "confortables". Por este
término de falta de "confor", se designa el hecho de que es-
casas variaciones de las condiciones del tratamiento final
15 (tiempo y sobre todo temperatura) implican variaciones sensi-
bles de R y de A. En otras palabras, las inclinaciones de las
curvas $R = f(T)$, $A = g(T)$, de duración de tratamiento cons-
tante, siendo T la temperatura de tratamiento, son importan-
tes en el plano de las cargas de rotura y de los alargamien-
tos interesantes para estas nuevas aplicaciones. Ahora bien
20 se sabe que es difícil industrialmente, sobre todo en bobinas,
poseer temperaturas y duraciones de tratamiento absolu-
tamente precisas.

25 Además, las heterogeneidades de veloci-
dad de subida de temperatura, de velocidad de temple o de
enfriamiento según la posición de la espira en la bobina se
traducen a nivel del hilo trefilado por heterogeneidades de
comportamiento térmico final y por ende por diferencias de
características mecánicas y eléctricas.

30 La solicitante a descubierto que agregando

a una aleación de tipo A-GS/L hierro, níquel y/o cobalto, se obtiene una aleación que presenta un "confor" mejorado al mismo tiempo que asociaciones de características mecánicas en el estado final de mayor rendimiento.

5

El objeto del invento es por lo tanto la producción de un conductor, en particular un hilo de aleación de aluminio en estado parcialmente precipitado y recristalizado, que contiene, además de las impurezas naturales del aluminio de base en sus contenidos habituales para las aplicaciones eléctricas, de 0,10 a 0,70% de magnesio, de 0,10 a 0,60% de silicio, de 0,10 a 0,60% de hierro, de 0,05 a 0,60% en total de uno al menos de los elementos del grupo níquel-cobalto, estando los contenidos ponderales en silicio (Si) y el magnesio (Mg) unidos por la fórmula $(Si) - 0,58 (Mg) 0,25\%$, estando comprendida la relación de las proporciones ponderales $\frac{Ni + Co}{Fe}$ entre 0,5 y 1,5, y tratado de tal forma que una parte notable del magnesio esté fuera de solución sólida precipitado en forma de Mg_2Si .

10

15

20

25

Los procedimientos de fabricación de tales conductores, caracterizados por la presencia en su ciclo de un tratamiento térmico de precipitación más o menos parcial a temperatura relativamente elevada de 200° a 400° del compuesto inter-metálico Mg_2Si , a partir de la solución sólida, forman igualmente parte de la invención. Estos tratamientos térmicos se efectúan al final del ciclo después del estirado en frío.

30

Forman por último parte de la invención las aplicaciones de las mismas aleaciones y procedimientos a todas las formas de conductores tales como hilos, bandas delgadas, cables flexibles multifibra así como a cualquier hilo

banda o cable aislado.

La influencia de la adición de hierro y de níquel sobre la conductibilidad del aluminio ha sido estudiada en particular por G.G. Gauthier "La conductibilidad de aluminio de super-pureza: la influencia de pequeñas adiciones metálicas", publicado en el Diario del Instituto de Metales nº 2 vol. LIX - 1963 páginas 129 a 150. Este artículo concluye en estos términos:

"es posible dividir los elementos en tres grupos:

- (1) oro, galia, níquel, silicio, hierro y zinc que tienen todos poco efecto
- (2) cobre, plata, y magnesio que tienen un efecto netamente superior
- (3) titanio, vanadio, magnesio, y cromo que ejercen todos ellos un efecto considerable".

Esta escasa influencia del hierro y del níquel sobre la conductibilidad de la aleación es la consecuencia de la escasa solubilidad de estos elementos en la matriz de aluminio, y de su presencia en la aleación en forma de precipitados dispersos irreversibles, es decir, que ningún tratamiento térmico los puede poner nuevamente en solución.

Estos precipitados dispersos -o dispersoides- contribuyen el aumento de las características mecánicas y a asociaciones carga de rotura-alargamiento, interesantes en particular en los estados recristalizados y parcialmente recristalizados.

La solicitante ha tenido la idea de combinar el efecto del dispersoide reversible Mg_2Si con el de los dispersoides irreversibles formados a partir de los ele-

mentos Al, Fe, Ni, Co. La solicitante ha tenido en este caso la sorpresa de comprobar que la aleación que combina los dos tipos de dispersoides presenta el "confor" buscado en el tratamiento térmico final, así como asociaciones de características mejoradas conservando con todo las propiedades de aleación de endurecimiento estructural del A-GS/L. Además, la presencia de dispersoides irreversibles es un factor de homogeneidad de las características finales en fabricación industrial. Para obtener las mejores asociaciones de características mecánicas así como eléctricas, la solicitante ha encontrado que deben cumplirse cierto número de condiciones de composiciones:

- la cantidad de silicio libre, es decir en exceso con respecto a la composición estequiométrica Mg_2Si no debe sobrepasar 0,25%, es lo que traduce la relación:

$$(Si) - 0,58 (Mg) \leq 0,25 \%$$

- la relación ponderal $\frac{Ni + Co}{Fe}$ debe estar comprendida entre 0,5 y 1,5 y con preferencia debe ser próxima a 1.

En estas condiciones, los únicos compuestos que aparecen son Mg_2Si y los compuestos aluminio-hierro-níquel o aluminio-hierro-cobalto, con exclusión del compuesto Al-Fe-Si, estructura reconocida como muy favorable para la obtención de un conjunto de características mecánicas y eléctricas satisfactorias.

Cuando se cumplen estas condiciones y se aplica convenientemente el procedimiento de fabricación, se obtienen sobre los conductores y en particular el hilo de diámetro comprendido entre 0,05 mm y 6 mm, conductibilidades IACS de 57% (3,02 cm) y que pueden incluso sobrepasar 59,5% (2,90 cm), cargas de roturas comprendidas entre 13 y 19

Kg/mm² y alargamientos medidos sobre una base de 200 mm superiores al 5%.

Es posible, sin cambiar las propiedades de la aleación, agregar cierto número de elementos, en particular:

5	cobre	<0,2%	antimonio	<0,1%
	boro	<0,1%		
	berilio	<0,1%	metales de tierras raras	<0,1%
	cadmio	<0,1%	circonio	<0,1%

10 El procedimiento de fabricación de las aleaciones objeto de la invención comprende un tratamiento a temperatura relativamente elevada destinado a hacer precipitar parcialmente el compuesto inter-metálico Mg₂Si.

15 Se practica al final del ciclo tras el estirado en frío: se trata de hecho de parte de un tratamiento de precipitación parcial de Mg₂Si y por otra parte de un tratamiento de recristalización parcial.

20 Para las aplicaciones de "hilos", el llamado hilo de filigrana, de diámetro comprendido entre 7,5 mm y 12,5 mm puede obtenerse por cualquier medio conocido para la fabricación de hilos de aleación de aluminio. Puede por ejemplo vaciarse en colada semi-continua "Wasserguss" tochos redondos que luego se extrusionan en la prensa. Se pueden también vaciar tochos cuadrados que laminan sobre una serie de laminadores provistos de acanaladuras (tren para hilo). Pero el método preferido consiste en vaciar la aleación sobre una rueda de cobre enfriado. Se obtiene así una pieza en bruto de sección aproximadamente trapezoidal que se hace pasar a la salida de la rueda de colada por una serie de jaulas de laminador ya sea de tres rodillos (sistema Properzi), o bien de acanaladuras (sistema Spidem). A la

25

30

salida de este laminador, se enrolla el hilo. Es igualmente preferible en el caso de la colada sobre rueda seguida de laminado, enfriar enérgicamente el hilo a la salida del laminador utilizando por ejemplo el sistema patentado (Patente francesa depositada bajo el nº 7.405.878) que consiste en hacer pasar el hilo por un tubo concéntrico recorrido por una corriente rápida de agua fría. Esta operación que lleva el hilo a una temperatura inferior a 150° permite evitar una heterogeneidad de velocidad de enfriamiento de los hilos - cuando estos son bobinados. Esta claro en efecto que las espiras exteriores se enfrían mas rápidamente que las espiras situadas a medio radio y a media distancia de las planchas, y que las espiras en contacto con las planchas se enfrían mas rápidamente que las situadas a media distancia. Esta heterogeneidad en las velocidades de enfriamiento se traducen por una dispersión de las características que se encuentra no solamente en el hilo de filigrana bruto de laminado, sino igualmente en el hilo templado e incluso, en un grado menor, en el hilo trefilado.

En el llamado hilo de filigrana obtenido por uno de los métodos descritos anteriormente, la gama de transformación hasta el hilo trefilado y tratado es en este caso la siguiente:

- trefilado directo del hilo de filigrana sin ningún otro tratamiento (de temple o de recocido) hasta el diámetro final.
- tratamiento térmico final que asegure las dos funciones de recristalización parcial de hilo estirado en frío en el curso del trefilado y de precipitación parcial del Mg_2Si .

Este tratamiento se efectua en general a una temperatura de 200°C a 300°C, permaneciendo las bobinas

de hilo en el horno de una a doce horas. Pero este tratamiento estático puede reemplazarse por un tratamiento continuo tal como el paso del hilo por un recocedor automático por efecto Joule o también, para los hilos esmaltados, el paso del hilo por los hornos de esmaltado. En estos tratamientos térmicos, siendo muy breve el paso por los hornos (del orden del minuto por ejemplo), se utilizan por el contrario temperaturas del metal superiores que pueden alcanzar 400°, pudiendo incluso ser la temperatura ambiente de los hornos notablemente superior.

La cantidad de Mg_2Si precipitada es en este caso menor que en el caso de un tratamiento entre 200°C ó 300°C puesto que la solubilidad de este constituyente en el aluminio crece con la temperatura, pero de este modo se obtienen asociaciones de características mecánicas interesantes: para resistencias inferiores a 3,02 cm se obtiene fácilmente cargas de rotura comprendidas entre 13 y 19 Kg/mm² asociadas a alargamientos, medidos sobre una base de 200 mm, superiores al 5%.

Ademas la experiencia muestra que de forma sorprendente estas características mecánicas son muy poco sensibles a la duración del tratamiento, es decir a la velocidad de paso del hilo por los hornos.

En caso de los hilos esmaltados es particularmente interesante puesto que se aprovecha el paso del hilo por los hornos de esmaltado para efectuar el tratamiento térmico final.

Para las aplicaciones de "bandas", se partirá de bandas de piezas en bruto de soldadura (laminadas en caliente por ejemplo) que se transformaran en frío por

ejemplo por laminado hasta lograr el espesor final sin temple ni recocidos intermedios. Se aplica entonces un tratamiento final tras el estirado en frío analogo al que se describe anteriormente.

5 Los ejemplos que siguen se facilitan únicamente a título de ilustración y no constituyen una limitación de la invención

1er ejemplo:

10 Se han preparado baños de metales líquidos de las composiciones siguientes:

<u>Aleación a:</u>	<u>aleación b:</u>
Magnesio : 0,38%	hierro : 0,50%
Silicio : 0,44%	Niquel : 0,53%
Hierro : 0,21%	

15

<u>aleación nº 1</u>	<u>aleación nº 2</u>	<u>aleación nº 3</u>
Magnesio : 0,40%	= 0,42%	= 0,41%
Silicio : 0,43%	= 0,26%	= 0,45%
Hierro : 0,23%	= 0,53%	= 0,53%
Niquel : 0,21%	= 0,53%	= 0,53%

20

<u>aleación nº 4</u>	
Magnesio : 0,30%	Todas las composiciones de las aleaciones se dan en peso.
Silicio : 0,20%	
Hierro : 0,50%	
Niquel : 0,53%	

25 Para cada una de estas aleaciones, el resto es aluminio que contiene las impurezas habituales.

30 Este metal ha sido tratado al boro según un proceso habitual para las aleaciones conductoras, tratamiento que permite la eliminación de la mayor parte del titanio y del vanadio.

Se ha vaciado a continuación por el procedimiento semi-continuo "Wasserguss" tochos de 100 mm de diámetro en cada una de estas aleaciones. Estos tochos han sido después extrusionados en la prensa en forma de hilo de 9,5 mm de diámetro.

Sin ningún tratamiento de puesta en solución ni de temple, este hilo ha sido después trefilado sin recocido intermedio hasta el diámetro final de 2 mm.

A este diámetro final se distribuye cada uno de los hilos obtenidos en seis muestras. Una de estas muestras no es tratada. Cada una de las otras sufre un tratamiento térmico final de tres horas respectivamente a 220°C, 240°C, 260°C, 280°C, 300°C. Se mide a continuación sobre cada una de las muestras de hilo la carga de rotura R, el alargamiento A, sobre una base de 200 mm, y la resistibilidad.

Para una misma aleación, cada tipo de tratamiento final produce asociaciones R. A. P diferentes. Puede compararse por tanto para las diferentes aleaciones por ejemplo A para R constante, P para R constante etc.

En todas las tablas que siguen, R se expresa en Kg/mm², A en %, y P en N/mm².

Si se comparan los alargamientos a la carga de rotura constante, puede formarse la tabla que sigue:

Aleaciones	R 20b	18	16	14	12
aleación a	4%	4,4%	5,6%	8,5%	16,4%
aleación b	5%	5,2%	6,7%	14 %	26 %
aleación 1	4,8%	7,4%	8%	14 %	-
aleación 2	3,6%	6,0%	8,8%	16,4%	28,8%
Aleación 3	6,8%	7,8%	9,8%	18,4%	-
aleación 4	6,6%	7,6%	10,4%	17,2%	31,6%

Las dos primeras líneas representan aleaciones A-GS/L y aluminio-hierro-niquel de la técnica anterior, en tanto que las cuatro últimas líneas representan las aleaciones objeto de la invención. Se observa que en la zona de R = 14 de 18 kg/mm² que interesa para la aplicación correspondiente: hilos para usos domésticos, los alargamientos de las aleaciones objeto de la invención poseen valores netamente superiores a los de las aleaciones de la técnica anterior.

Si nos interesamos ahora en las resistencias eléctricas, puede formarse una tabla análoga en la cual figurara en función de la carga de rotura de resistibilidad eléctrica.

Los resultados figuran en la tabla siguiente:

R	20	18	16	14	12
Aleación a	-	-	2,801	2,791	2,785
Aleación b	2,840	2,824	2,809	2,800	2,791
Aleación 1	2,814	2,804	2,798	2,795	-
Aleación 2	-	2,856	2,846	2,837	2,837
Aleación 3	-	2,861	2,854	2,845	-
Aleación 4	-	2,851	2,839	2,827	2,825

Se observa que las asociaciones R, A muy interesantes obtenidas por estas nuevas aleaciones se traducen en contrapartida en un ligero aumento de la resistibilidad que queda sin embargo sensiblemente inferior a la resistibilidad máxima impuesta por el pliego de cargas provisional UTE 2,95 cm.

Por otra parte, incluso comparando la

aleación 3 que es menos buena desde el punto de vista de conductibilidad, y la aleación b de la técnica anterior, se comprueba que para una carga de rotura de 18 Kg/mm² la ganancia de alargamiento es de $\frac{7,8\% - 5,2\%}{5,2\%} = 50\%$ en tanto que el aumento de resistibilidad es solamente de $\frac{2,861 - 2,824}{2,824} = 1,3\%$

2º EJEMPLO:

Según el método de elaboración y de colada del ejemplo anterior, se vacian 5 aleaciones en forma de tochos de 100 mm de diámetro. Una de estas aleaciones posee la referencia C en la composición siguiente: hierro=0,51% níquel = 0,53%, siendo el resto aluminio que contiene sus impurezas habituales.

Las otras aleaciones, objeto del invento poseen las composiciones de las aleaciones 1, 2, 3, 4 citadas en el ejemplo 1.

Los tochos obtenidos son a continuación extrusionados en la prensa en forma de hilo de 9,5 mm de diámetro.

Sin ningún tratamiento de puesta en solución y de temple, este hilo es luego trefilado sin recocido intermedio hasta el diámetro final de 0,5 mm. A este diámetro final se separa cada uno de los hilos obtenidos en 6 muestras. Una de las muestras no es tratada. Cada una de las otras muestras sufre un tratamiento térmico final de 3 horas, respectivamente a 220°C, 240°C, 260°C, 280°C, 300°C. Se mide a continuación sobre cada una de las muestras de hilo la carga de rotura R, el alargamiento A sobre una base de 200 mm, y la resistibilidad. Se forma a continuación, como en el ejemplo 1 la tabla de los alargamientos a carga de rotura constante:

R	20	18	16	14	12
Aleaciones	20	18	16	14	12
Aleación C	2,8%	3,6%	4,3%	15,2%	≈ 17%
Aleación 1	≈ 5,5%	6,5%	8,3%	13,8%	≈ 20%
Aleación 2	≈ 3,2%	5,2%	10,4%	17,8%	> 25%
Aleación 3	≈ 6,6%	8,8%	12,6%	17,8%	> 22%
Aleación 4	≈ 5,0%	6,6%	9,8%	17,6%	> 22%

5

10

Los alargamientos de igual carga de rotura aparecen como para el hilo de diámetro 2 mm, netamente superiores para las aleaciones objeto de la invención a los de la aleación C de la técnica anterior.

La tabla de las resistibilidades a la carga de rotura constante se presenta de la forma siguiente:

15

R	20	18	16	14	12
Aleaciones	20	18	16	14	12
Aleación C	2,856	2,838	2,820	2,797	-
Aleación 1	-	≈ 2,810	2,804	2,803	≈ 2,830
Aleación 2	-	2,860	2,850	2,851	-
Aleación 3	-	2,868	2,857	2,860	-
Aleación 4	-	2,878	2,853	2,843	-

20

25

Se observa que la resistibilidad aumenta ligeramente para las aleaciones objeto de la invención, pero sin común medida con la ganancia de alargamiento procurada por estas aleaciones; el aumento de resistividad no es de hecho mas que de 2,2% en el peor de los casos.

3er EJEMPLO:

Se han vaciado en forma de tochos de 100 mm. de diámetro las aleaciones a y b del ejemplo 1, mas una aleación d de la composición siguiente:

30

- Hierro : 0,48%

- Silicio : 0,06% Resto: Al más impurezas habituales.
- Cobalto : 0,54%

Se ha vaciado igualmente una aleación según la invención de la composición:

- 5 (aleación 5) - Magnesio : 0,41%
- Silicio : 0,44% Resto: Al más impurezas habituales.
 - Hierro : 0,22%
 - Cobalto : 0,22%

10 Después de cortados en lingotes los tochos correspondientes a cada una de las cuatro aleaciones a, b, d, 5, han sido extrusionados en la prensa en forma de hilo de filigrana de 9,5 mm de diámetro.

15 Estos hilos de filigrana, sin ningún tratamiento térmico previo ni intermedio son trefilados hasta el diámetro de 22 mm.

20 Como en los ejemplos anteriores, se practica sobre muestras procedentes de estos hilos tratamientos finales de 3 horas a 220°C, 240°C, 260°C, 280°C. Sobre estos hilos así tratados se mide R, A, ρ y como anteriormente se forman las tablas de A en función de R y de ρ en función de R.

25

R	20	18	16
aleaciones			
aleación a	4%	4,4%	5,6%
aleación b	5%	5,2%	6,7%
aleación d	-	2,0%	2,7%
aleación 5	5,4%	6,4%	7,8%

30 La aleación 5 presenta igualmente alargamientos sensiblemente superiores a los de las aleaciones de la técnica anterior.

La tabla de ρ , resistividad en función de R carga de rotura figura a continuación:

R	20	18	16
aleaciones			
5 aleación a	-	-	2,801
aleación b	2,840	2,824	2,809
aleación d	-	2,818	2,805
aleación 5.	-	2,817	2,795

10 La resistividad de aleación según la invención es del mismo orden, ligeramente inferior sin embargo a la de las aleaciones de la técnica anterior.

4º EJEMPLO:

15 Se ha vaciado sobre una instalación de colada y de laminado continuo hilo de filigrana de 12,5 mm de diámetro en cada una de las composiciones siguientes:

	<u>Aleación e</u>	<u>Aleación nº 6</u>	<u>Aleación nº 7</u>
20 Fe =	0,25%	0,22%	0,54%
Si =	0,42%	0,37%	0,39%
Ni =	0,01%	0,23%	0,53%
Mg =	0,42%	0,39%	0,41%

25 Tras elaboración de la mezcla metálica líquida en cada una de las composiciones indicadas, el metal fue colado en la ranura de una rueda de cobre, enfriada por aspersión de agua. La sección de la pieza en bruto trapezoidal así obtenida era de 1000 mm² aproximadamente. Mediante paso por 8 laminadores de acanaladuras sucesivos quedando alternativamente una sección aproximadamente oval y una sección aproximadamente redonda, se ha obtenido hilo de 12,5 mm de diámetro.

30 Sin ningún tratamiento térmico, este hilo

ha sido tratado trefilado a continuación hasta el diámetro de 2 mm.

5 En cada uno de estos hilos, se ha efectuado a continuación un tratamiento térmico final de 3 horas a 280°C. La medida de las cargas de rotura, de los alargamientos y de las resistividades de la tabla siguiente:

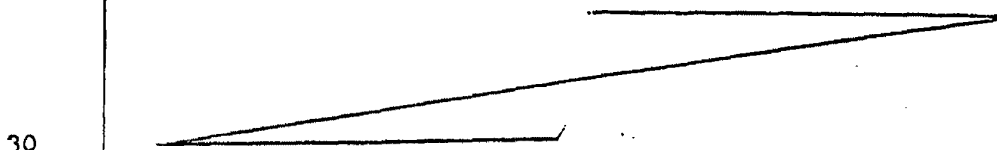
aleaciones	R	A	P
aleación e	13	13%	2,825
10 aleación 6	13	16%	2,845
aleación 7	13	22,5%	2,900

15 Se observa que las aleaciones 6 y 7, que son aleaciones según la invención, poseen a igual carga de rotura de 13 Kg/mm², alargamientos netamente superiores a los de la aleación y que es una aleación A-GS/L. Esto se traduce en contrapartida en un ligero aumento de la resistividad que no excede sin embargo de 2,7% en el peor de los casos.

5º EJEMPLO

20 La aleación 4 de los ejemplos 1 y 2, transformada hasta 0,5 mm de diámetro según el ejemplo 2, ha sufrido directamente después del trefilado un tratamiento de esmaltado por pasos sucesivos por un horno de esmaltado de 5 metros de largo, estendiéndose las temperaturas de las diferentes zonas que constituyen el horno entre 200 y 400°C.

25 Se han experimentado sucesivamente diferentes velocidades de peso, que han conducido a las asociaciones de características siguientes:



Velocidad de paso	R	A	ρ
26 m/mn	16,3	15,5	2,889
22 m/mn	16,5	16,0	2,916
18 m/mn	16,2	15,5	2,920
14 m/mn	16,3	15,5	2,929

5

10

Se observa que las asociaciones R - A - ρ poseen un gran rendimiento y son poco sensibles a las variaciones de velocidad de paso.

6º EJEMPLO:

15

El hilo de aleación nº 4, transformado según el ejemplo 2 hasta 0,5 mm de diámetro, es recocido a continuación en continuo con ayuda de un recocedor por resistencia. Siendo la velocidad constante, se hacen variar los ajustes del recocedor a fin de obtener diferentes niveles de recocido que se traducen en diferentes niveles de asociaciones R - A. Para estos diferentes ajustes, las características medidas sobre hilos tratados son las siguientes:

20

	R	A	ρ
ajuste 1	17,4	6,5	2,945
ajuste 2	16,8	9,0	2,960
ajuste 3	16,5	14,5	2,965
ajuste 4	16,8	14,0	3,005

25

Se observa que el aumento del nivel de aduzamiento (caracterizado por el cómputo de los valores A) no se traduce mas que por un descenso de los valores correspondientes de R.

30

NOTA .-

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar, que el invento corresponde a una solicitud de patente, presentada en Francia, bajo el número 74 34 182, de fecha de 4 de octubre de 1.974, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE UN CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO; caracterizándose por lo siguiente:

1ª.- Procedimiento de fabricación de un conductor de aleación de aluminio, caracterizado porque comprende las etapas de:

a) preparar un baño de aleación fundida que contenga de 0,10 a 0,70% de magnesio, 0,10 a 0,60% de silicio, 0,10 a 0,60% de hierro, 0,05 a 0,60% en total de al menos uno de los elementos del grupo níquel, cobalto, estando unidas las proporciones ponderales en silicio (Si) y en magnesio (Mg) por la fórmula $(Si) - 0,58 (Mg) \leq 0,25\%$ y la relación de la suma de los contenidos ponderales en níquel y en cobalto respecto al contenido en hierro se halla comprendida entre 0,5 y 1,5;

b) colar el baño de aleación en semi-producto por cualquier procedimiento conveniente;

c) transformar el semi-producto así obtenido por soldadura en caliente en un semi-producto soldado;

d) transformar el semi-producto soldado

hasta su dimensión final por deformación en frío en un producto acabado estirado en frío sin ningún tratamiento de puesta en solución de temple o de recocido intermedio; y .

5 e) efectuar un tratamiento térmico de precipitación y de recristalización parciales a una temperatura comprendida entre 200°C y 300°C y de una duración comprendida entre 1 y 12 horas.

10 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque para fabricar un hilo de aleación de aluminio conductor, el metal líquido de la etapa a) se transforma en el llamado hilo de filigrana de diámetro comprendido entre 7,5 mm y 12,5 mm por cualquier procedimiento conocido; se trefila hasta el diámetro final sin recocido intermedio y se efectúa un tratamiento térmico de precipitación y de recristalización parciales a una temperatura comprendida entre 200° y 300°, y de una duración comprendida entre 1 hora y 12 horas.

15 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque el tratamiento se efectúa en continuo a una temperatura que puede alcanzar 400°C.

20 4ª.- Procedimiento según la reivindicación 3ª, caracterizado porque el tratamiento de cocción del esmalte tiene lugar de tratamiento final de precipitación y de recristalización parciales.

25 5ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 2ª, 3ª y 4ª, caracterizado porque el procedimiento de fabricación del llamado hilo de filigrana a partir de aleación de aluminio líquido consiste en colar tochos redondos y extrusionarlos en la prensa al diámetro de hilo de filigrana deseado.

30

5

6ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 2ª, 3ª y 4ª, caracterizado porque el procedimiento de fabricación de hilo de filigrana a partir de aleación de aluminio líquido consiste en colar tochos cuadrados, laminarlos en laminadores de acanaladuras hasta el diámetro de hilo de filigrana desendo.

10

7ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 2ª, 3ª y 4ª, caracterizado porque el procedimiento de fabricación de hilo de filigrana a partir de aleación de aluminio líquido consiste en colar sobre rueda de colada enfriada una pieza en bruto laminada inmediatamente en una serie de laminadores colocados a la salida de la rueda de colada.

15

8ª.- Procedimiento según la reivindicación 7ª, caracterizado porque el hilo de filigrana es enfriado hasta una temperatura inferior a 150º a la salida del laminador en una corriente de agua a gran velocidad.

20

9ª.- Procedimiento de fabricación de un conductor de aleación de aluminio; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 23 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 2 OCT. 1975

SOCIETE DE VENDE DE L'ALUMINIUM
PECHINEY

J. GOMEZ ACEBO Y MODET

Firmado: L. Gasís Fernández

