

CAVELIER

ABOGADOS

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

EDIF.
CARRETERA
BOGOTÁ

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Teléfono: (57-1) 347 3611
Fax: (57-1) 211 8650
) 700 4814
381 9660

Señora Jefe de la
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.



Nº. 04-096492-00007-0000

Fecha: 2004-03-09 16:51:22 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTE IYI Eve: 379 FASENACIONAL II
Act. 444 RESPUESTA REQUE Folios: 23

Trámite : 011
Evento : 379
Actuación : 444

Referencia : Expediente No. 04096492
Asunto : SOLICITUD DE PATENTE PARA:
"ALEACIÓN DE ALUMINIO DE RESISTENCIA ALTA PARA
APLICACIONES DE TEMPERATURAS ALTAS"
Solicitante : THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE
ADMINISTRATOR OF THE NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE
ADMINISTRATION (NASA)
Clase : C22C 021/002
Fecha de solicitud : Septiembre 28 de 2004

1. Yo, Emilio FERRERO, obrando como apoderado del solicitante en el asunto antes identificado, me refiero al Oficio No. 15781 notificado por fijación en lista del 12 de Diciembre de 2008.

2. Mediante el Oficio No. 15781 se puso en conocimiento del solicitante el informe del examen de fondo que contiene las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente. Al respecto, atiendo a las observaciones de la manera siguiente:

3. Claridad del capítulo reivindicatorio y descriptivo:

3.1 Con el fin de atender las observaciones realizadas en cuanto a la claridad del capítulo descriptivo y reivindicatorio y de conformidad con lo establecido en el artículo 34 de la Decisión 486, se presentan nuevos capítulos reivindicatorio y descriptivo como sustitutos de los anteriormente presentados, en los cuales se corrigieron los errores de redacción, traducción y se tuvieron en cuenta las objeciones hechas por su Despacho, realizando los siguientes cambios:

81

3.2.1 Se cambia el orden de las reivindicaciones en el nuevo pliego reivindicatorio, de acuerdo a las sugerencias de su Despacho. Se define en primer lugar la aleación de aluminio de la anterior reivindicación 13, luego se describe la pieza fundida de la anterior reivindicación 1 haciéndola dependiente de la aleación de aluminio y por último se especifica el proceso de la anterior reivindicación 7, la cual también es dependiente de la nueva reivindicación 1.

3.2.2 Se borran las anteriores reivindicaciones 11 y 12.

De esta manera es claro que con las anteriores modificaciones del capítulo reivindicatorio y descriptivo quedan subsanadas las objeciones que por claridad hizo su Despacho, ya que permite determinar el alcance de la protección reivindicada y compararla frente al estado del arte, de acuerdo con las disposiciones de los artículos 14 y 30 de la Decisión 486.

4. Por lo tanto, le solicito se sirva continuar con el trámite de la presente solicitud pues las reivindicaciones se presentan de una forma clara y en consecuencia, con fundamento en las mismas una persona versada en la materia podría realizar el examen de patentabilidad de la presente invención. A pesar que las objeciones que sobre claridad planteó ese Despacho en el oficio No. 15781 se deben tener por superadas, en el evento que el Despacho considere que sea necesario, respetuosamente le solicito hacer uso de la facultad que le otorga el artículo 45 inciso 2 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina a efecto de requerir nuevamente de nuestra parte cualquier complementación o aclaración que considere necesaria.

5. Puesto que se han atendido a cabalidad las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente, atentamente solicito que se continúe su tramitación.

6. Anexos:

- 6.1 Nuevo pliego reivindicatorio con doce (12) reivindicaciones;
- 6.2 Nueva Memoria Descriptiva,
- 6.3 Formulario para modificaciones;
- 6.4 Recibo por concepto de modificaciones en solicitud pendiente.

Señora Jefe,



EMILIO FERRERO

T.P.A. No. 31.929

FORMULARIO UNICO DE CORRECCIONES Y MODIFICACIONES

1	SOLICITUD DE: ☐ Corrección de Error Material ☒ Modificación a una solicitud	
2 SOLICITANTE	Nombre: THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE ADMINISTRATOR OF THE NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA) Dirección: 300 E Street SW, Washington, DC 20546 Estados Unidos de América Domicilio: Washington, D.C. Estados Unidos de América Teléfono: 546 09 70 Fax: 249 40 70 E-mail: clientes@cavelier.com	IDENTIFICACION C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: Emilio FERRERO Dirección: Carrera 4ª No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 217 92 11 E-mail: cavelier@cavelier.com	IDENTIFICACION C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: <u>438.019 TP 31.929</u>
4	Número de expediente: <u>04.096.492</u>	
5	Descripción de la corrección o modificación solicitada: Presento nuevos capítulos descriptivo y reivindicatorio compuesto por 12 reivindicaciones con el fin de superar las objeciones hechas por Su Despacho a la presente solicitud de patente y pido respetuosamente que el examen de patentabilidad sea realizado sobre estas nuevas reivindicaciones presentadas.	
6	Comprobante de pago No. <u>09-16.758</u> Fecha: <u>2 de marzo de 2009</u>	
7	Anexos ☒ Comprobante de pago de la tasa por \$111.000, por concepto de modificaciones. ☐ Poderes, si fuere el caso ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal de las partes, cuando sean personas jurídicas.	
8	NOMBRE: EMILIO FERRERO	FIRMA:  C.C. 438.019 de Usaquén T.P.A. 31.929

1

8

**ALEACIÓN DE ALUMINIO DE ALTA RESISTENCIA
PARA USAR A ALTAS TEMPERATURAS**

ORIGEN DE LA INVENCION

5

[001] La invención que se describe acá se logró en la ejecución del trabajo bajo un contrato con la NASA y por un empleado del Gobierno de los Estados Unidos. Está sujeta a las provisiones de la Ley Pública 96-517(35 U.S.C. §202), y el Gobierno puede
10 producirla y usarla para propósitos gubernamentales sin el pago de derechos de autor sobre eso o para eso.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la Invención

[002] En general esta invención se refiere a aleaciones de
15 aluminio-silicio (Al-Si). En particular se refiere a una aleación de alta resistencia basada en Al-Si, apropiada para usos a altas temperaturas para componentes fundidos tales como pistones, culatas, camisas de cilindros, bielas, turbo cargadores, impelentes, impulsores, calibradores de frenos y discos de frenos.

20 2. Descripción de la Técnica Relacionada

[003] Las aleaciones Al-Si son materiales muy versátiles, que abarcan entre el 80 y el 90% del total de partes fundidas de aluminio que se producen para la industria automotriz. Dependiendo de la concentración del Si en porcentaje en peso (% en peso), los
25 sistemas de aleaciones Al-Si se clasifican en tres grandes categorías: hipoeutécticas (<12% Si), eutécticas (12-13% Si), e hipereutécticas (14-25%Si). No obstante, la mayoría de las aleaciones anteriores no son adecuadas para usos a altas temperaturas a causa de que sus propiedades mecánicas, tales como
30 la resistencia a la tensión y la resistencia a la fatiga, no son tan altas como sería de desear en el rango de temperatura de 533.1 K a 644.2 K. Actualmente, muchas de las aleaciones Al-Si para fundición están destinadas a usos a temperaturas no mayores de cerca de 505.4 K. Sobre esta temperatura, las principales fases de
35 incremento de la resistencia de la aleación tales como las fases θ' (Al₂Cu) y S' (Al₂CuMg) llegarán a ser inestables, se engrosará el grano y se disolverán rápidamente, con el resultado de una aleación que tiene una microestructura no deseable para

aplicaciones a altas temperaturas. Tal aleación tiene poco o ningún uso práctico a temperaturas elevadas porque cuando las fases θ' y S' llegan a ser inestables, la aleación carece de coherencia reticular entre parámetros de la red de solución sólida de aluminio y de la red de partículas de refuerzo. Una gran discordancia en la coherencia reticular contribuye a una microestructura no deseable que no permite mantener propiedades mecánicas excelentes a temperaturas elevadas.

[004] Una aproximación adoptada por la técnica precedente es el uso de refuerzos de fibra o (materiales) particulados para aumentar la resistencia de las aleaciones Al-Si. Este abordaje se conoce como la tecnología de los Compuestos de Matriz Metálica (MMC por su sigla en inglés) del Aluminio. Por ejemplo, la Patente U. S. No. 5,620,791 se refiere a una MMC que comprende una aleación basada en Al-Si con un material de relleno cerámico incrustado para formar un disco para frenos para aplicaciones a alta temperatura. R. Bowles también llevó a cabo un intento de mejorar las resistencias de aleaciones Al-Si a alta temperatura; él usó fibras cerámicas para mejorar la resistencia a la tensión de una aleación Al-Si 332.0, en el artículo titulado "Los Compuestos de Matriz Metálica Apoyan la Fabricación de Pistones", Manufacture Engineering, May 1987. Otro intento sugerido por A. Shakesheff fue el uso de un particulado cerámico para reforzar la aleación Al-Si, según se describe en "Desempeño a Temperatura Elevada de Aleaciones de Aluminio Reforzadas con Particulado", Materials Science Forum, Vol. 217-222, pp. 1133-1138 (1996). Una MMC de Aluminio Fundido para pistones fue descrita por P. Rohatgi en un artículo titulado "Compuestos de Matriz de Aluminio Fundido para Aplicaciones Automotrices", Journal of Metals, April 1991. Es notorio que la resistencia de la mayoría de materiales MMC reforzados con particulados, manufacturados a partir de una aleación Al-Si, es todavía inferior para aplicaciones a alta temperatura porque las principales fases de incremento de la resistencia θ' y S' son inestables, el grano se engruesa y se disuelve rápidamente a temperaturas altas.

[005] Otra aproximación tomada por la técnica precedente es el uso de la tecnología de Compuestos de Matriz Cerámica (CMC). Por ejemplo, W. Kowbel describió el uso de material carbono-carbono no metálico para producir pistones para operar a altas temperaturas en un artículo titulado "Aplicación de Compuestos de Carbono-

Carbono Moldeados en Forma Neta en Motores de Combustión Interna, IC", Journal of Advanced Materials, July 1996. Desafortunadamente, los costos de manufactura al emplear estas tecnologías de MMC y CMC son sustancialmente más altos que los del uso de la fundición convencional de Al-Si, lo cual ha sido impedimento para tener
5 precios competitivos con las aleaciones Al-Si en la producción masiva de partes para motores de combustión interna (IC) y en aplicaciones para frenos.

[006] Por lo tanto es un objetivo primario de la presente
10 invención obviar las desventajas de las tecnologías de la técnica precedente.

RESUMEN DE LA INVENCION

[007] De acuerdo con la presente invención, se presenta una aleación Al-Si en la que tiene cabida la dispersión de partículas
15 que tienen estructura cristalina $L1_2$ en la matriz de aluminio. La aleación se procesa empleando técnicas de fundición de bajo costo tales como la de molde permanente, la de colado en molde de arena y la de fundición a presión.

[0008] La aleación de la presente invención mantiene una
20 resistencia mucho más alta a temperaturas elevadas (533.1 K y por encima de ésta) que las anteriores aleaciones de la técnica, debido a una formulación química única y su microestructura. Los métodos para incrementar la resistencia de la aleación en la presente invención incluyen: 1) Maximizar la formación de las
25 fases θ' y S' de mayor incremento de la resistencia en la aleación, con la composición química dada como Al_2Cu , Al_2CuMg respectivamente. 2) Estabilizar las fases que incrementan la resistencia a temperaturas elevadas por medio del control de la relación Cu/Mg y la adición simultánea de los elementos Titanio
30 (Ti), Vanadio (V) y Circonio (Zr). 3) Formar los compuestos Al_3X ($X = Ti, V, Zr$) con estructuras cristalinas $L1_2$ para mecanismos adicionales de incremento de la resistencia a temperaturas elevadas.

[0009] En la presente invención los elementos clave Ti, V y Zr se
35 añaden a la aleación de Al-Si para modificar los parámetros de red de la matriz del Aluminio al formar compuestos del tipo Al_3X ($X = Ti, V, Zr$) que tienen estructuras cristalinas $L1_2$. Con el fin de mantener un grado más alto de resistencia a altas temperaturas, tanto la matriz de solución sólida del Aluminio como las

partículas de los compuestos Al_3X deberían tener una similar estructura cristalina cúbica centrada en las caras (FCC) y deberían ser coherentes a causa de su respectivos parámetros de red y de sus dimensiones que tienen una cercana correspondencia.

- 5 Cuando se obtiene la condición de coherencia sustancial para la red esas partículas de dispersión son altamente estables, lo que resulta en altas propiedades mecánicas para la aleación durante largas exposiciones a temperaturas elevadas.

[0010] Además de la composición de la aleación y su micro estructura, se suministra un programa de tratamiento térmico único para optimizar el comportamiento de los mecanismos que incrementan la resistencia y la formación de las fases dentro de la aleación. Las ventajas de la presente invención llegarán a ser aparentes a medida que proceda la descripción de la misma.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0011] La FIG. 1 es un diagrama que ilustra una partícula coherente que tiene similares parámetros de red y relación de la estructura cristalina con los átomos de la matriz de aluminio que la rodean.

- 20 [0012] La FIG. 2 es un diagrama que ilustra una partícula no coherente que no tiene relación de estructura cristalina con los átomos de la matriz de aluminio que la rodean. Una aleación tal tiene poco o ningún uso práctico a temperaturas elevadas.

[0013] La FIG. 3 es una micrografía electrónica que muestra el tamaño y la forma de las fases coherentes θ' y S' de la aleación para las aleaciones de la técnica precedente, tal como se observan a temperatura ambiente.

[0014] La FIG. 4 es una micrografía electrónica que muestra el tamaño, la forma y la cantidad de las fases coherentes θ' y S' que incrementan la resistencia de la aleación para la aleación de esta invención tal como se observa a temperatura ambiente.

[0015] La FIG. 5 es una micrografía electrónica que muestra la transformación de las fases coherentes θ' y S' , según se observó en la FIG. 3, en las indeseables fases no coherentes θ y S de las aleaciones de la técnica precedente después de que han sido expuestas a 588.7 K por 100 h. Las fases θ y S no son coherentes porque se hacen inestables rápidamente, se hace grueso el grano y

se disuelven, con el resultado de una aleación que tiene una microestructura indeseable para usos a altas temperaturas.

[0016] La FIG. 6 es una micrografía electrónica que muestra las fases coherentes altamente estables θ' y S' para la aleación de esta invención después de haber sido expuestas a 588.7 K por 100 h. A diferencia de la técnica precedente, la aleación de esta invención aún retiene las fases coherentes θ' y S' , las cuales son una microestructura deseable para usos a alta temperatura.

[0017] La FIG. 7 es un gráfico que muestra una comparación de una aleación de acuerdo con la presente invención con tres bien conocidas aleaciones de la técnica precedente (332, 390, y 413). El gráfico compara las máximas resistencias a la tensión (probadas a 533.1 K, 588.7 K, y 644.2 K), después de exponer todos los especímenes de prueba a una temperatura de 533.1 K, 588.7 K, y 644.2 K por 100 h, respectivamente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0018] La presente invención incluye aspectos detallados de la composición, la microestructura y el proceso a través de los procedimientos de fundición convencionales. La aleación de Al-Si de la presente invención es notable por la capacidad para desempeñarse en fundición, la cual es apropiada para usos a temperatura elevada. Está compuesta de los siguientes elementos, en porcentaje en peso:

25	Silicio	6.0 - 25.0
	Cobre	5.0 - 8.0
	Hierro	0.05 - 1.2
	Magnesio	0.5 - 1.5
	Níquel	0.05 - 0.9
30	Manganeso	0.05 - 1.2
	Titanio	0.05 - 1.2
	Circonio	0.05 - 1.2
	Vanadio	0.05 - 1.2
	Zinc	0.05 - 0.9

24

Estroncio	0.001 - 0.1
Fósforo	0.001 - 0.1
Aluminio	Cantidad necesaria para alcanzar un total de 100

5 [0019] El silicio le da a la aleación un módulo de elasticidad alto y un coeficiente de expansión térmica bajo. La adición de Silicio es esencial con el fin de mejorar la fluidez del Aluminio fundido para incrementar la capacidad de la aleación de Al-Si para ser moldeada de acuerdo con la presente invención. A niveles altos
10 de Silicio la aleación exhibe excelente dureza superficial y propiedades de resistencia al desgaste.

[0020] El Cobre coexiste con el Magnesio y forma una solución sólida en la matriz de Aluminio para dar a la aleación propiedades de endurecido por envejecimiento, mejorando por lo tanto la
15 resistencia a alta temperatura. El Cobre también forma el compuesto (Al_2Cu) de la fase θ' y es el elemento más poderoso para incrementar la resistencia en esta nueva aleación. La resistencia incrementada a altas temperaturas está afectada si el nivel del porcentaje en peso del Cu no está ajustado. Además, la
20 resistencia de la aleación solo puede ser maximizada efectivamente por la formación simultánea de ambos compuestos metálicos θ' (Al_2Cu) y S' (Al_2CuMg), usando la adición apropiada de Magnesio en la aleación en relación a los elementos Cobre y Silicio. Experimentalmente se encontró que una aleación con un nivel
25 significativamente más alto de Magnesio formará principalmente la fase S' , con cantidad insuficiente de la fase θ' . Por otra parte una aleación con un nivel más bajo de Magnesio contiene principalmente la fase θ' , con cantidad insuficiente de la fase S' .

30 [0021] La composición de la aleación fue formulada específicamente con relaciones de Cobre a Magnesio (Cu/Mg) en el rango de 4 a 15 con un valor mínimo del Magnesio no inferior a 0.5%, para maximizar la formación de las fases θ' y S' . En adición a la relación Cu/Mg, la relación de Silicio a Magnesio (Si/Mg) se
35 mantiene en el rango de 10 a 25, preferentemente 14 a 20, para formar apropiadamente el compuesto metálico Mg_2Si como una fase menor de incremento de la resistencia además de las fases primarias θ' y S' . Por otra parte la relación única Cu:Mg resalta

mucho las reacciones químicas entre los átomos del Aluminio (Al), el Cobre (Cu) y el Magnesio (Mg). Tales reacciones químicas permiten la precipitación de una fracción de volumen más alta de las fases θ' y S' que incrementan la resistencia dentro de la aleación. La FIG. 4 es una micrografía electrónica que muestra la formación, el tamaño, la forma y la cantidad de las fases coherentes θ' y S' que incrementan la resistencia para la aleación de esta invención, como se observa a temperatura ambiente. La combinación de la fracción de volumen mayor y la fase θ' coherente de la presente invención, como lo muestra la FIG. 4, conduce a una resistencia a la tensión excepcional y a la estabilidad de la micro estructura a temperaturas elevadas.

[0022] Se añaden Titanio, Vanadio y Circonio a la aleación de Al-Si para modificar el parámetro de red de la matriz de Aluminio al formar compuestos del tipo Al_3X ($X = Ti, V, Zr$) que tienen estructura cristalina $L1_2$. Con el fin de mantener altos grados de resistencia a temperaturas cercanas a sus puntos de fusión, tanto la matriz de solución sólida de Aluminio como las partículas de los compuestos Al_3X tienen una similar estructura cristalina cúbica centrada en la caras (FCC) y son coherentes a causa de su respectivos parámetros de red y de sus dimensiones que tienen una cercana correspondencia. Por ejemplo la FIG. 1 es un diagrama que ilustra la partícula coherente que tiene similares parámetros de red y relación de la estructura cristalina con los átomos de la matriz de Aluminio que la rodean. Las partículas de los compuestos del tipo Al_3X ($X = Ti, V, Zr$) también actúan como núcleo para el refinado del tamaño del grano en la aleación de Aluminio fundido al solidificarse en el proceso de fundición. El Titanio y el Vanadio también funcionan como agentes de dispersión que incrementan la resistencia teniendo una estructura de red $L1_2$ similar a la de la solución sólida del Aluminio con el fin de incrementar las propiedades mecánicas a altas temperaturas. El Circonio también forma en menor cantidad una solución sólida en la matriz, incrementando de esta forma la formación de zonas GP (Guinier-Preston), las cuales son las regiones ricas en Cu-Mg y la fase θ' en el sistema Al-Cu-Mg para mejorar las propiedades de endurecido por envejecimiento. Aunque la fase estable θ' (Al_2Cu) es la fase primaria que incrementa la resistencia a elevadas temperaturas, no puede descontarse la importancia de tener los elementos Ti, V y Zr en la aleación. Al solidificarse la aleación

fundida en el proceso fundición esos elementos reaccionan con el aluminio para formar compuestos Al_3X ($\text{X} = \text{Ti}, \text{V}, \text{Zr}$) que precipitan como sitios de formación de núcleos para un efectivo refinamiento del tamaño del grano. Por otra parte los precipitados de Al_3X ($\text{X} = \text{Ti}, \text{V}, \text{Zr}$) también funcionan como agentes de dispersión para el incremento de la resistencia, bloqueando efectivamente los movimientos de dislocación e incrementando las propiedades mecánicas a altas temperaturas. Las características de resistencia a altas temperaturas de la aleación de esta invención son afectadas adversamente si no se usan simultáneamente el Titanio, el Vanadio y el Circonio en las cantidades apropiadas para formar los precipitados de $\text{Al}_3(\text{Ti}, \text{V}, \text{Zr})$.

[0023] La FIG. 6 es una micrografía electrónica que muestra las fases coherentes θ' y S' altamente estables de la aleación de esta invención después de haber sido expuesta a temperaturas de 588.7 K por 100 h. A diferencia de las aleaciones de la técnica previa, la aleación de esta invención aún retiene las fases coherentes θ' y S' las cuales son de microestructura deseable para usos a altas temperaturas. A causa de la relación única Cu/Mg de la aleación de esta invención, la fase θ' mantiene su coherencia con la matriz aún después de haber sido recalentada a 588.7 K por 100 h. Durante el recalentamiento a 588.7 K, la fase θ' creció ligeramente en espesor pero el grano no sufrió engrosamiento y aún mantuvo un grano de diámetro pequeño y la coherencia, la cual es crítica para alcanzar alta resistencia a temperaturas elevadas. La coherencia entre la matriz de Aluminio y la fase θ' crea una relación definida entre la estructura cristalina de la matriz y la estructura cristalina del precipitado de la fase θ' . Como resultado, se impide el movimiento de dislocación en la interfase de la fase θ' y la matriz y ocurre un significativo incremento de la resistencia. La FIG. 5 es una micrografía electrónica que muestra la transformación de las fases coherentes θ' y S' , según se observó en la FIG. 3, en las indeseables fases no coherentes θ y S de las aleaciones de la técnica precedente después de haber sido expuestas a 588.7 K por 100 h. En la FIG. 5 la fase θ' de otra aleación de la técnica precedente sufre significativo engrosamiento del grano y pierde su coherencia a temperaturas elevadas, resultando por lo tanto en una pérdida drástica en resistencia para usos a temperaturas elevadas. La FIG. 2 es un

diagrama que ilustra una partícula no coherente que no tiene una relación estructural cristalina con los átomos de la matriz de Aluminio que la rodean. Una aleación tal tiene poco o ningún uso práctico a temperaturas elevadas.

- 5 [0024] El Níquel mejora la resistencia a la tensión a temperaturas elevadas de la aleación por reacción con el Aluminio para formar los compuestos Al_3Ni_2 y Al_3Ni que son fases metalúrgicamente estables para resistir los efectos de la degradación por la exposición de largo término a ambientes de alta temperatura.
- 10 [0025] El Estroncio se usa para modificar la fase eutéctica del Al-Si. La resistencia y la ductilidad de las aleaciones Al-Si con contenido menor que o igual al 12% de Silicio son sustancialmente mejoradas con granos más finos por el uso de Estroncio como un modificador del Al-Si. Se usa el Fósforo para modificar el tamaño
- 15 de la partícula primaria de Silicio cuando la concentración de Silicio es mayor que 12% en peso, preferentemente de 14 a 20. Se alcanzan modificaciones efectivas a niveles adicionales muy bajos, pero se usa comúnmente el de recuperación de Estroncio y de Fosforo en el rango de 0.001 a 0.1% en peso.
- 20 [0026] Con el fin de que esos mecanismos de incremento de la resistencia funcionen apropiadamente dentro de la aleación, el artículo fundido debe tener una combinación única de composición química e historial de tratamiento térmico. El tratamiento térmico está diseñado específicamente para maximizar el desempeño de la
- 25 composición química. Como se comentó antes, el comportamiento excepcional de la aleación de la presente invención se alcanza por la combinación de los siguientes mecanismos de incremento de la resistencia a través de un único programa de tratamiento térmico. El tratamiento térmico de la aleación de la presente invención fue
- 30 desarrollado para maximizar la formación de las fases θ' y S' en la aleación (fracción de volumen mayor), para estabilizar la fase θ' a temperaturas elevadas por el control de la relación Cu/Mg, y para maximizar la formación de los compuestos de Al_3X ($\text{X} = \text{Ti}, \text{V}, \text{Zr}$) para un adicional incremento de la resistencia con los mecanismos
- 35 de adición simultanea de Ti, V y Zr.

[0027] Se ha alcanzado máxima resistencia a altas temperaturas en la presente invención con el uso del tratamiento térmico T5 que consiste en el envejecimiento a temperaturas entre 477.6 K y 533.1

K por un periodo entre 4 h a 12 h. El programa de tratamiento térmico complementa la composición única de la aleación para formar una cantidad máxima de precipitados con distribución uniforme y óptimo tamaño de partícula. Así, la presente aleación

5 tiene propiedades que son superiores a las de las aleaciones de la técnica previa, a causa de una combinación única de composición química y proceso de tratamiento térmico.

[0028] La aleación de la presente invención se procesa usando la fundición por gravedad convencional en el rango de temperaturas de

10 cerca de 991.4 K a 1060 K, sin la ayuda de presión externa para alcanzar un incremento dramático en las resistencias a la tensión a 533.1 K y hasta 644.2 K. Sin embargo se anticipa que se obtendrá un incremento adicional de las resistencias a la tensión cuando la aleación de la presente invención se funde usando técnicas de

15 colado a presión tales como la fundición con solidificación a alta presión.

[0029] Un artículo como la culata de un motor, el bloque de un motor o un pistón, se funde con la aleación, y el artículo fundido se solubiliza a una temperatura de 755.3 K a 810.9 K por un

20 periodo de 15 min a 4 h. El propósito del paso de solubilizar es disolver los precipitados indeseados y reducir cualquier segregación presente en la aleación. Para usos a temperaturas desde 533.1 K hasta 644.2 K el tratamiento para solubilizar puede no ser requerido.

[0030] Después de solubilizar, el artículo fundido es templado ventajosamente en un medio para templado a una temperatura dentro del rango de 322.0 K a 422.0 K, con mayor preferencia de 349.8 K a 394.2 K. El medio de máxima preferencia para el templado es el agua. Después de templado, el artículo fundido se deja envejecer a

30 una temperatura de 491.4 K a 524.8 K por un periodo de 6 h a 12 h.

[0031] La FIG. 7 es una gráfica que ilustra las dramáticas mejoras en la máxima resistencia a la tensión (UTS por su sigla en Inglés) a temperaturas elevadas para un artículo fundido producido de acuerdo a la presente invención. Es una gráfica que muestra una

35 comparación de una aleación de acuerdo con la presente invención con tres bien conocidas aleaciones de la técnica previa (332, 390, y 413). La gráfica compara la UTS (pruebas a 533.1 K, 588.7 K, y 644.2 K) después de exponer los tres especímenes a temperaturas de

533.1 K, 588.7 K, y 644.2 K por 100 h, respectivamente. Es de notar que la resistencia a la tensión de los artículos fundidos, preparados de acuerdo a esta invención es más de tres veces la de aquellos preparados a partir de la aleación 413.0 eutéctica, y más de cuatro veces la de aquellos preparados a partir de la aleación 332.0 hipoeutéctica y a partir de la aleación 390.0 hipereutéctica, cuando se prueban a 644.2 K.

[0032] La aleación de la presente invención puede ser usada en forma de aleación para rellenar. También puede ser usada como una matriz de aleación para la fabricación de compuestos de matriz metálica de aluminio (MMC). Tales compuestos se componen de aleación de Aluminio de la presente invención como una matriz que contiene un material de relleno que está en forma de partículas, filamentos, fibras picadas y fibras continuas. Una de las formas más populares para producir una MMC es mezclar mecánicamente y agitar varios materiales cerámicos en forma de pequeñas partículas o filamentos dentro de la aleación de Aluminio fundido. Este proceso ha sido llamado Fundición-Compuesta ("Compo-Casting") o Fundición Agitada ("Stir-Casting") de compuesto metálico. En las técnicas de fundición agitada (Stir-Casting), el método implica la mezcla mecánica y agitación del material de relleno dentro del baño de metal fundido. El equipo usualmente consiste en un crisol caliente que contiene la aleación de Aluminio fundida, con un motor eléctrico que maneja un impulsor de mezclado tipo paleta que se sumerge en el metal fundido. El material de relleno se vierte lentamente dentro del crisol encima de la superficie fundida a una tasa controlada, para asegurar una alimentación suave y continua. La temperatura se mantiene usualmente por debajo de la temperatura de líquido para mantener la aleación de Aluminio en una condición semisólida con el fin de incrementar la uniformidad de la mezcla del material de relleno.

[0033] Como el impulsor de mezclado gira a velocidad moderada genera un vórtice que arrastra las partículas de refuerzo dentro de la fundición desde la superficie. El impulsor está diseñado para crear un nivel alto de fuerza de corte, la cual ayuda a remover los gases adsorbidos de la superficie de las partículas. La fuerza de corte alta también engolfa las partículas de la aleación de Aluminio fundida, lo que promueve que las partículas se mojen con el fin de incrementar la distribución homogénea del material de relleno dentro del MMC.

[0034] El material de relleno en el compuesto metálico no debería ser confundido con las partículas θ' y S' o las partículas de Al_3X ($X = Ti, V, Zr$) con un diámetro característicamente menor que 100 nm en tamaño. Los materiales de relleno o materiales de refuerzo añadidos dentro de la MMC de Aluminio usualmente tienen una dimensión mínima que es mucho mayor que 500 nm, característicamente en el rango de 1 a 20 μm .

[0035] Los materiales de refuerzo apropiados para hacer el compuesto de matriz metálica de Aluminio incluyen materiales comunes como Carburo de Silicio (SiC), Óxido de Aluminio (Al_2O_3), Carburo de Boro (B_4C), Nitruro de Boro (BN), Carburo de Titanio (TiC), Óxido de Itrio (Y_2O_3), Grafito, partículas de Diamante y las mezclas de los mismos. Esos materiales de refuerzo están presentes en fracciones de volumen hasta cerca de 60% del volumen y más preferentemente de 5 a 35% del volumen.

[0036] La presente invención ha sido especificada en detalle con respecto a ciertas modalidades preferentes de la misma. Es entendido que pueden efectuarse variaciones y modificaciones en este ítem sin desviarse del espíritu y el alcance de la presente invención, como se definió en las reivindicaciones que se anexan a este documento.

CM- 046492

REIVINDICACIONES

1. Una aleación de aluminio que tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:

5	Silicio	6.0 - 25.0
	Cobre	5.0 - 8.0
	Hierro	0.05 - 1.2
	Magnesio	0.5 - 1.5
	Níquel	0.05 - 0.9
10	Manganeso	0.05 - 1.2
	Titanio	0.05 - 1.2
	Circonio	0.05 - 1.2
	Vanadio	0.05 - 1.2
	Zinc	0.05 - 0.9
15	Estroncio	0.001 - 0.1
	Fósforo	0.001 - 0.1
	Aluminio	Cantidad necesaria para totalizar 100

En donde la relación silicio a magnesio (Si/Mg) es de 10 a 25 y la
relación cobre a magnesio (Cu/Mg) es de 4 a 15.

2. Una aleación de aluminio como en la reivindicación 1, que consta de una matriz de solución sólida de aluminio que contiene una dispersión simultánea de tres tipos de partículas de compuestos Al_3X ($X= Ti, V, Zr$) que tienen una estructura cristalina Ll_2 y parámetros de red que son coherentes con la red de la matriz de aluminio.

3. Un artículo fundido a partir de una aleación de aluminio de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene propiedades mecánicas mejoradas a temperaturas elevadas.

4. Un artículo fundido como en la reivindicación 3 que comprende una matriz de solución sólida de aluminio que contiene una dispersión simultánea de tres tipos de partículas de compuesto Al_3X ($X= Ti, V, Zr$) que tienen una estructura cristalina Ll_2 y parámetros de red que son coherentes con la red de la matriz de aluminio.

5. Un artículo fundido como en la reivindicación 4, en donde la matriz de solución sólida de aluminio contiene una dispersión

simultánea de tres tipos de partículas de compuestos Al_3X ($X= Ti, V, Zr$) cuyo tamaño promedio es inferior a 100 nm de diámetro.

6. Un artículo fundido como en la reivindicación 4, en donde la matriz de solución sólida de aluminio contiene una dispersión simultánea de dos tipos de partículas de las fases θ' y S' , y en donde a temperatura ambiente el tamaño promedio de partícula de la fase θ' es inferior a 300 nm de diámetro.
7. Un artículo fundido como en la reivindicación 6, en donde el tamaño promedio de partícula de la fase θ' es menor que 250 nm después de calentar a 588.7 K durante 100 h.
8. Un artículo fundido como en la reivindicación 6, en donde la fase θ' permanece semi-coherente con la matriz después del calentamiento durante 100 h entre 588.7 K y 644.2 K.
9. Un proceso para producir un artículo fundido a partir de una aleación de aluminio de acuerdo con la reivindicación 1, el artículo que tiene propiedades mecánicas mejoradas a temperaturas elevadas; el proceso incluye:
- a. Fundición de un artículo a partir de una aleación de aluminio que tiene la composición en porcentaje en peso tal y como se describe en la reivindicación 1.
 - b. Exposición del artículo fundido a una etapa de solubilización por calentamiento del artículo fundido a una temperatura dentro del rango de 755.3 K a 810.9 K durante un periodo de 15 min a 4 h; seguido por
 - c. Envejecimiento del artículo fundido a una temperatura dentro del rango de 477.6 K a 533.1 K durante un período dentro del rango de 4 h a 16 h.
10. El proceso de la reivindicación 9, en donde el artículo fundido se envejece a una temperatura dentro del rango de 491.4 K a 524.8 K durante un periodo de 6 h a 12 h.

11. El proceso de la reivindicación 9, en donde la etapa de solubilización es seguida por la de templado en un medio a una temperatura dentro del rango de 322.0 K a 422.0 K.

- 5 12. El proceso de la reivindicación 11, en donde la temperatura del medio para templar está dentro del rango de 349.8 K a 394.2 K.

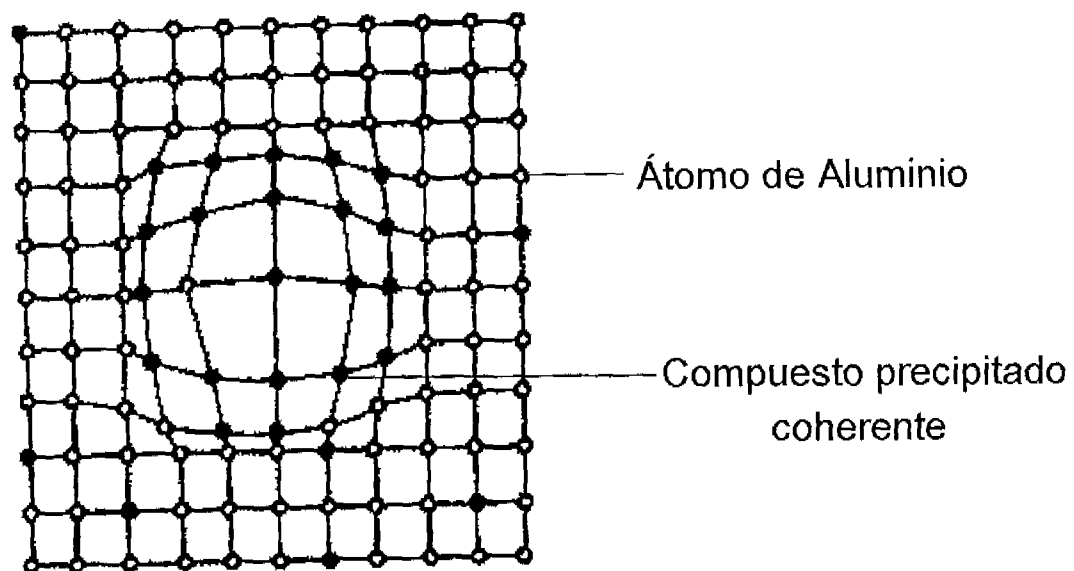


FIG. 1

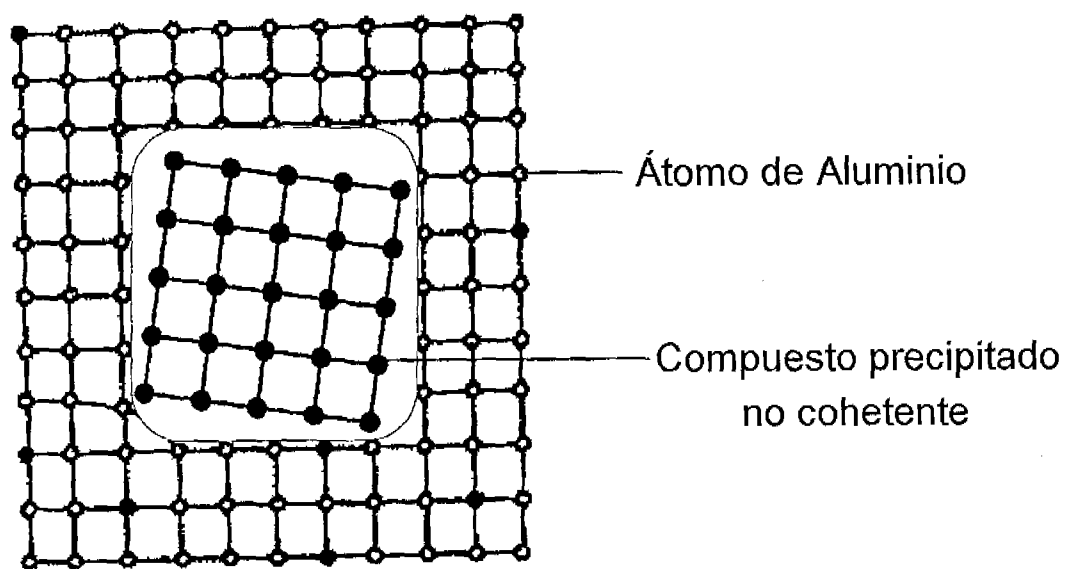
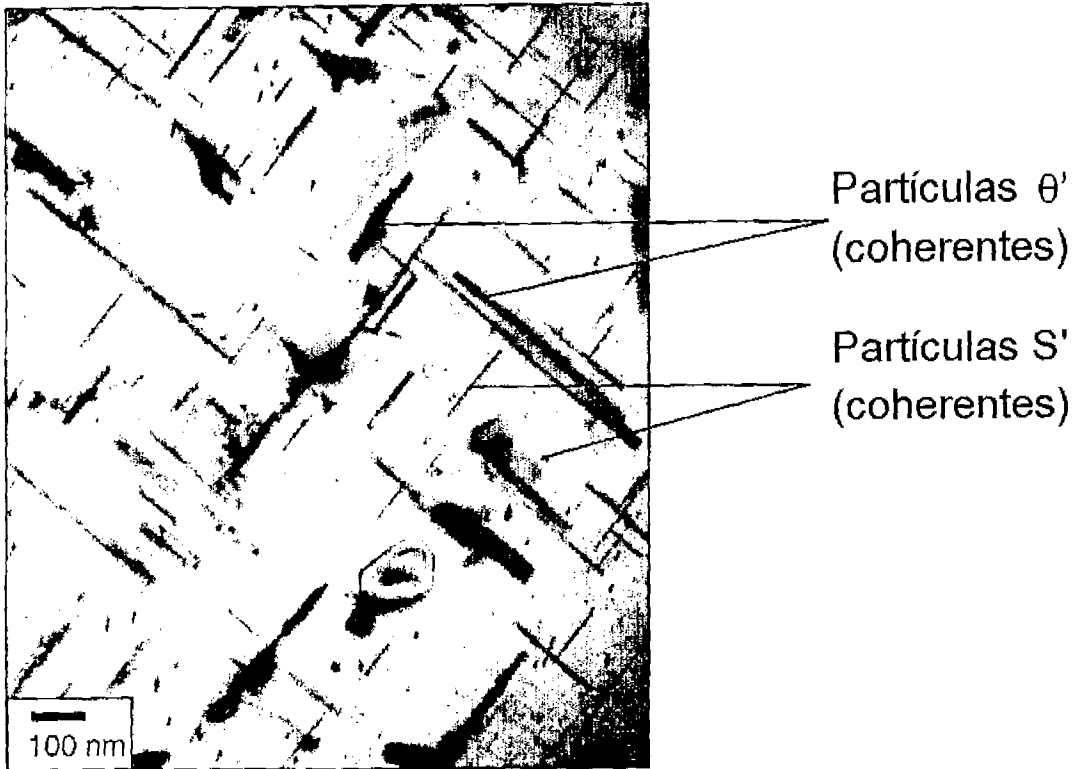
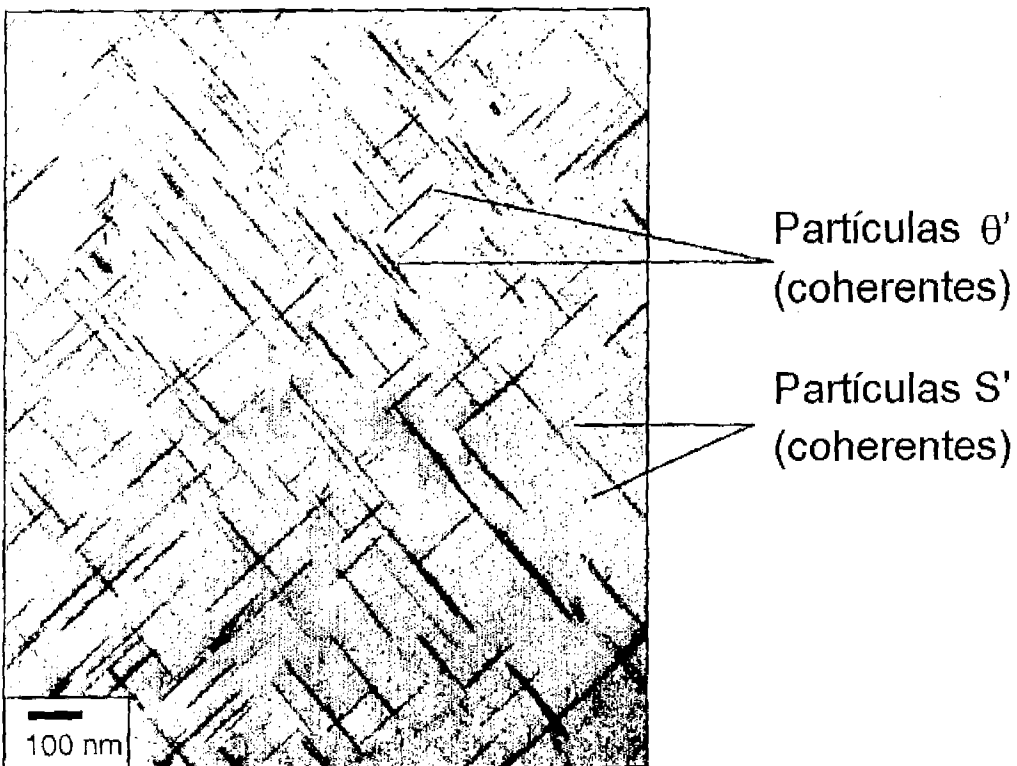
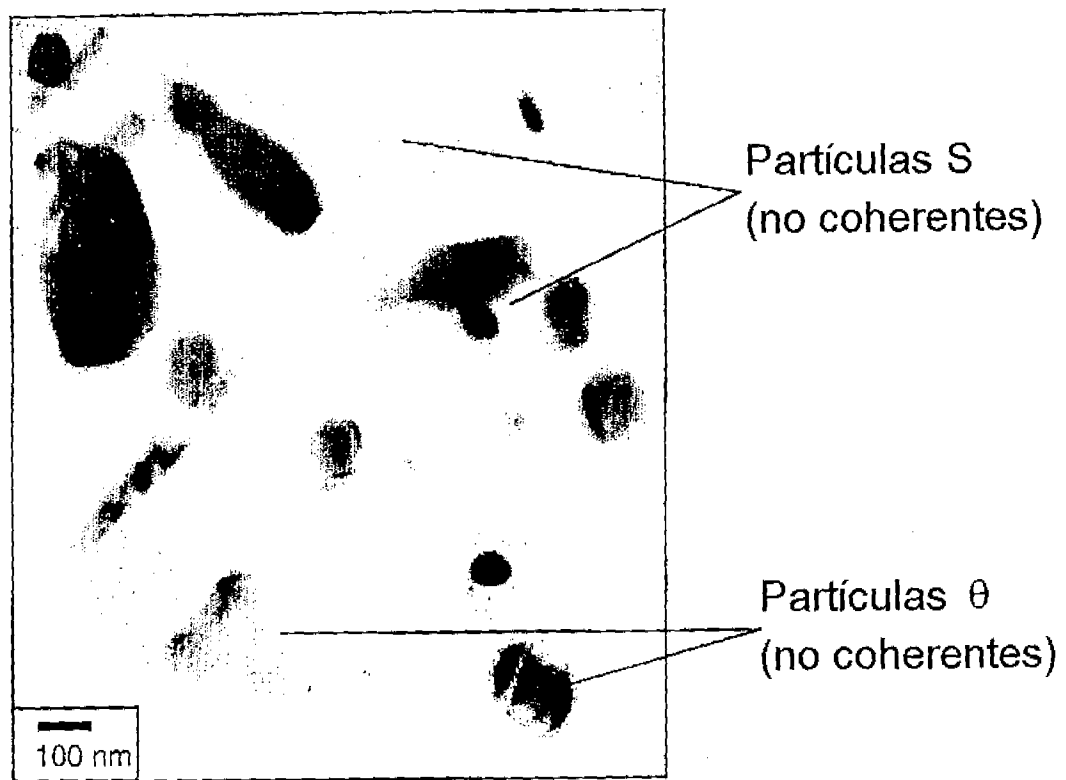
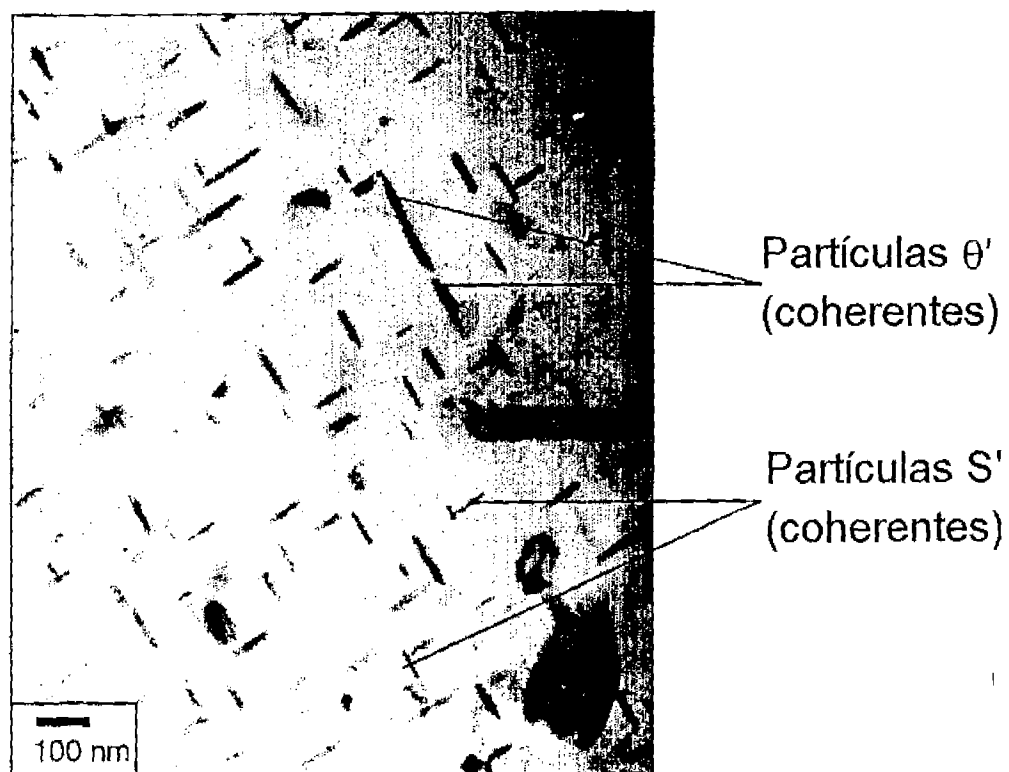


FIG. 2

*FIG. 3**FIG. 4*

*FIG. 5**FIG. 6*

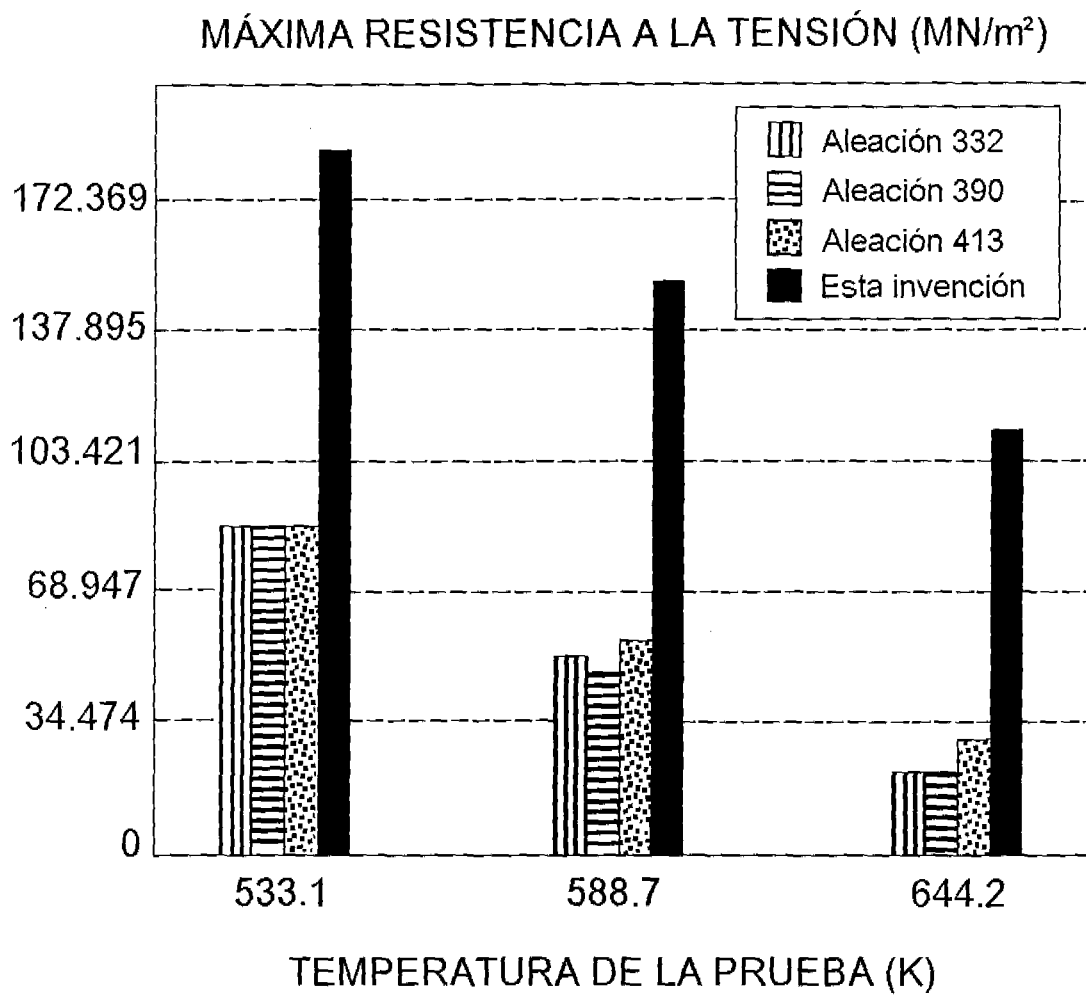
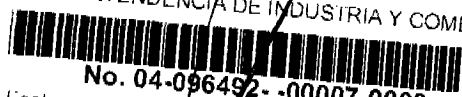


FIG. 7

100

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 04-096492- -00007-0000

Fecha: 2009-03-09 16:51:22 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 11 PATENTE IYI Eve: 379 FASENACIONAL II
Act. 444 RESPUESTA REQUE Folios: 23

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 09 - 16,758
FECHA : MARZO 2 DE 2009

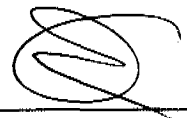
***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	19779045	02/03/2009	49,796,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	84 FUSION DE SOLICITUD	111,000.00
TOTAL :			\$ 111,000.00

SON: CIENTO ONCE MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Bo 14473-891-001-4

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES**

Radicación No. 04-96492
Clasificación Internacional (IPC): C 22 C 21/02
Concepto Técnico No. 884

Patente de Invención ☒ Patente de Modelo de Utilidad ☐
 Vía Nacional ☐
 Vía PCT (fase nacional) ☒ Cap. I ☐ Cap. II ☒

No. Sol. Internacional **PCT/US2003/10372**
 Fecha de Presentación Internal. 3 de abril de 2003

Como resultado del examen definitivo, realizado con fundamento en el artículo 48 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados

- | | | | | |
|------|--------------------------|---------|---------------------|--|
| 1.1. | <u>Descripción:</u> | Folios: | <u>22 a 33</u> | tal como se radicó inicialmente |
| | | Folios | <u>89 a 100</u> | tal como se modificó el 9 de marzo de 2009 |
| 1.2. | <u>Reivindicaciones:</u> | Folios | <u>34 a 38</u> | tal como se radicó inicialmente |
| | | Folios | <u>101 a 103</u> | tal como se modificó el 9 de marzo de 2009 |
| 1.3. | <u>Dibujos:</u> | Folios | <u>40 a 43</u> | tal como se radicó inicialmente |
| | | Folios | <u>104 a 107</u> | tal como se modificó el 9 de marzo de 2009 |
| 1.4. | <u>Prioridad:</u> | Fecha | 10 de abril de 2002 | |
| | | País | Estados Unidos | |
| | | Número | 10/120226 | |

2. Modificaciones (artículo 34 D.486 y art. 22 Tratado PCT)

Se aceptan las modificaciones realizadas por el solicitante toda vez que no amplían el objeto inicial de la solicitud.

3. Análisis de la Prioridad

Se aceptan las prioridades, toda vez que corresponden a la misma materia de la solicitud en estudio

4. Objeto de la invención

- Título de la solicitud (folio 89) ***Aleación de Aluminio de Alta Resistencia para usar a altas temperaturas***

- Las reivindicaciones 1 a 12 de la solicitud en estudio se refieren a una aleación de aluminio, que tiene la composición siguiente en porcentaje de peso:

- Silicio 6.0-2.5
- Cobre 5.0-8.0
- Hierro 0.05-1.2
- Magnesio 0.5-1.5
- Níquel 0.05-0.9
- Manganeso 0.05-1.2
- Titanio 0.05-1.2
- Circonio 0.05-1.2
- Vanadio 0.05-1.2
- Zinc 0.05-0.9
- Estroncio 0.001-0.1
- Fósforo 0.001-0.1
- Aluminio cantidad necesaria para totalizar 100

En donde la relación de silicio-a-magnesio (Si/Mg) es de 10 a 25, y la relación de cobre-a-magnesio (Cu/Mg) es de 4 a 15.

- El anterior producto busca obtener aleaciones de aluminio y silicio resistentes a alta temperatura.
- La Clasificación Internacional de Patentes (IPC) para esta solicitud es C 22 C 21/02

5. De la solicitud de Patente

5.1. Descripción (artículo 28 D. 486)

Realizadas las modificaciones a la descripción según los requerimientos realizados en el art. 45, la presente solicitud ya cumple con el requisito de claridad o divulgación completa en la descripción. Por lo anterior, la descripción sí cumple con el requisito de claridad o comprensión de acuerdo al art. 28 de la Decisión 486.

5.2. Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

Realizadas las modificaciones al capítulo reivindicatorio, este define, es claro y conciso y además está lo suficientemente sustentado por la descripción. Por lo anterior, las reivindicaciones sí cumplen con el art. 30 de la Decisión 486.

6. Unidad de invención (artículo 25 D 486)

El capítulo reivindicatorio estudiado se refiere a una invención o a un grupo de invenciones relacionadas pero que conforman un único concepto inventivo. Por lo anterior, la presente solicitud cumple con el requisito de unidad de invención de acuerdo al art. 25 de la Decisión 486.

7. Es una invención (artículo 15 D 486 literal a)-f))

El objeto de la solicitud puede considerarse como invención por no encontrarse dentro de lo estipulado en el art. 15 de la Decisión 486.

8. Excepción a la patentabilidad (artículo 20 D486 literal a)-d))

El objeto de la solicitud no se encuentra dentro del alcance de las excepciones señaladas en la legislación, por lo que es patentable de acuerdo a lo estipulado en el art. 20 de la Decisión 486.

9. Reivindicaciones relativas a uso o a un segundo uso (art. 14 y 21 D 486)

El objeto de la solicitud corresponde a un producto y/o un procedimiento. Por lo anterior, la materia contenida en las reivindicaciones son invenciones.

10. Determinación del Estado de la Técnica

- La fecha que se ha tenido en cuenta para determinar el estado de la técnica es 10 de abril de 2002
- Consultadas las bases de datos con que cuenta la oficina y las otras fuentes utilizadas para determinar el estado de la técnica no se encontró documento alguno relacionado con el objeto de la solicitud.

11. Análisis de patentabilidad (artículo 14 D486)

11.1. Novedad (artículo 16 D486)

- Las reivindicaciones estudiadas corresponden de la número 1 a la 12 contenida en los folios 101 a 103
- De acuerdo con el numeral 10, no se encontró dentro del estado de la técnica, documento alguno que evidenciara la existencia de la invención.
- Por consiguiente se concluye que la presente solicitud es novedosa de acuerdo a lo estipulado en el art. 16 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

11.2. Nivel inventivo

- Las reivindicaciones estudiadas corresponden de la número 1 a la 12 contenida en los folios 101 a 103
- No se encontró dentro del estado de la técnica, de acuerdo al numeral 10, documento alguno que afecte el nivel inventivo. La composición y disposición cristalina del objeto de la solicitud no puede considerarse que se pueda derivar de la técnica conocida
- Por consiguiente se concluye que la presente solicitud tiene nivel inventivo de acuerdo a lo estipulado en el art. 18 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

11.3. Aplicación industrial (artículo 19 D 486)

- Las reivindicaciones estudiadas corresponden de la número 1 a la 12 contenida en los folios 101 a 103
- La presente invención sí tiene Aplicación Industrial ya que su objeto puede ser aplicado en la industria de aluminio, especialmente automotriz.

12. Conclusión

En consecuencia y por todo lo expuesto anteriormente, se recomienda **Conceder** las reivindicaciones 1 a la 12 contenida en los folios 101 a 103

Bogotá, D.C., 19 de marzo de 2009

202003