

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 192**

51 Int. Cl.:

C23C 26/02	(2006.01)	B23K 35/30	(2006.01)
C23C 30/00	(2006.01)		
C22C 33/04	(2006.01)		
C22C 38/18	(2006.01)		
C22C 38/22	(2006.01)		
C22C 38/24	(2006.01)		
C22C 38/28	(2006.01)		
C22C 38/32	(2006.01)		
B23K 35/22	(2006.01)		
B23K 35/24	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2005 E 05706239 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 1716271**

54 Título: **Materiales de ferroaleación para revestimiento con metal duro**

30 Prioridad:

16.02.2004 AU 2004900769

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.01.2014

73 Titular/es:

**DOLMAN, KEVIN FRANCIS (100.0%)
29 CHESTER STREET
EPPING, NEW SOUTH WALES 2121, AU**

72 Inventor/es:

DOLMAN, KEVIN FRANCIS

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 440 192 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Materiales de ferroaleación para revestimiento con metal duro

5 Introducción

La presente invención se refiere a materiales de ferroaleación para revestimiento con metal duro que contienen predominantemente carburos de cromo y carburos formados a partir de otros elementos formadores de carburos fuertes, tales como molibdeno, titanio, wolframio, vanadio, niobio y boro.

10 Materiales de ferroaleación que contienen carburos han sido utilizados ampliamente durante muchos años como consumibles para depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro sobre sustratos en aplicaciones en las que se requiere una resistencia a la erosión y abrasión intensas.

15 Una aplicación de este tipo es depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro de materiales de ferroaleación de carburo de cromo en aliviaderos de descarga para trituradores en plantas de procesamiento de minerales.

20 Cuando revestimientos con metal duro de materiales de ferroaleación de carburo de cromo se forman mediante soldadura sobre sustratos, la microestructura deseada para los depósitos de soldadura que forman los revestimientos con metal duro es hipereutéctica y contiene aproximadamente 30-60% en volumen de carburos M_7C_3 en una matriz ferrosa (M = Cr, Fe y Mn), una dureza nominal de los carburos M_7C_3 de 1200-1500 HV y una dureza nominal de la matriz ferrosa de 600-700 HV.

25 En general, elevados contenidos de carburo en la microestructura proporcionan una mayor resistencia al desgaste. Existe una correlación directa entre el contenido de carburos M_7C_3 en la microestructura y el contenido de carbono químicamente combinado en el metal de soldadura utilizado para formar los revestimientos con metal duro.

30 Los consumibles de soldadura para revestimientos con metal duro de material de ferroaleación de carburo de cromo comprenden habitualmente una mezcla de polvos de ferroaleación y hierro.

35 Los polvos de ferroaleación pueden estar encapsulados en una lámina de hierro para producir un electrodo revestido o un alambre de relleno continuo que funde en un baño de soldadura fundido. Alternativamente, los polvos de ferroaleación se pueden añadir a un baño de soldadura fundido formado por un electrodo de consumible de alambre de hierro macizo.

Mezcla Típica de Polvos de Ferroaleación de la Técnica Anterior

40 En la Tabla 1 se muestra una mezcla típica de polvos de ferrocromo de alto contenido en carbono (HCFeCr) y ferromanganeso con alto contenido en carbono (HCFeMn) utilizados como consumibles de soldadura en la producción de un revestimiento con metal duro de un material de ferroaleación de carburo de cromo.

Tabla 1 Mezcla de Polvos de Ferroaleación de la Técnica Anterior

	% en peso	% de Cr	% de C	% de Mn	% de Fe
HCFeCr	94	67	8,5		24,5
HCFeMn	6		7,0	75	18,0
Mezcla de polvos	100	63,0	8,4	4,5	24,1

45 La mezcla de polvos de ferroaleación final recogida en la Tabla 1 anterior, con una composición química de Fe-63Cr-8,4C-4,5Mn, está constituida por 94% en peso de HCFeCr (composición nominal = Fe-67Cr-8,5C), mezclada con 6% en peso de HCFeMn (composición nominal = Fe-75Mn-7,0C).

50 Es evidente a partir de lo anterior que la relación cromo/carbono de la mezcla de polvos de ferroaleación final es = 63,0/8,4.

es decir, para la Mezcla de Polvos de Ferroaleación $Cr/C = 7,50$

Tanto el HCFeCr como HCFeMn pueden contener aproximadamente 1% de silicio y cantidades secundarias de

otros elementos traza. Estos constituyentes se ignoran en estos cálculos.

Tanto HCFeCr como HCFeMn son materiales quebradizos y friables y, con el fin de formar consumibles de soldadura adecuados, se machacan individualmente para formar polvos con un tamaño de partícula menor que 1 mm de diámetro utilizando un equipo de machaque estándar empleado en la industria del procesamiento de minerales. Los polvos son luego mezclados mecánicamente para producir una mezcla uniforme de polvos de ferroaleación.

Otros polvos de ferroaleación tales como ferromolibdeno, ferrovanadio, ferroniobio, ferroboro y ferrotitanio se pueden añadir a la mezcla para impartir diferentes propiedades de materiales al baño de soldadura y al revestimiento con metal duro resultante.

Depósito Típico de Soldadura Revestido con Metal Duro de la Técnica Anterior

En la Tabla 2 se ilustra a modo de ejemplo la química de un revestimiento con metal duro que se deposita sobre un sustrato de acero dulce a partir de un baño de soldadura que contiene los polvos de ferroaleación mezclados descritos anteriormente. Al revestimiento con metal duro se le alude como el “depósito de soldadura de revestimiento con metal duro” en la Tabla y en lo que sigue.

Tabla 2 Depósito de Soldadura de Revestimiento con Metal Duro de la Técnica Anterior

	% en peso	% de Cr	% de C	% de Mn	% de Fe
Mezcla de Polvos	55	63,0	8,4	4,5	24,1
Alambre de Soldadura	35			1,0	99,0
Dilución	10		0,2	1,0	98,8
Depósito de Soldadura	100	34,7	4,6	2,9	57,8

En el ejemplo de la Tabla 2, el depósito de soldadura de revestimiento con metal duro sobre el sustrato de acero dulce está constituido por 55% en peso de mezcla de polvos de ferroaleación más 35% en peso de alambre de soldadura de Fe más 10% en peso de dilución en el sustrato.

La dilución del depósito de soldadura de revestimiento con metal duro se entiende en esta memoria como la profundidad de penetración en el sustrato de acero dulce, dividida por la altura final del depósito de soldadura de revestimiento con metal duro. Por ejemplo, un depósito típico de soldadura de revestimiento con metal duro de 5 mm de grosor puede penetrar en un sustrato de acero dulce hasta una profundidad de aproximadamente 0,5 mm durante el proceso de soldadura, dando como resultado una dilución de 10% (0,5/5,0).

La química del depósito de soldadura de revestimiento con metal duro en este ejemplo es Fe-34,7Cr-4,6C-2,9Mn. La microestructura comprende aproximadamente 50% en volumen de carburos M_7C_3 en una matriz ferrosa.

Es evidente a partir de lo que antecede que la relación de cromo/carbono para el revestimiento con metal duro es = 34,7/4,6.

es decir, para el Depósito de Soldadura de Revestimiento con Metal Duro $Cr/C = 7,54$

Limitaciones de la Técnica Anterior

Las limitaciones de la técnica anterior arriba descrita y otra técnica anterior conocida por la solicitante en la fabricación y uso de polvos de ferroaleación para producir depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro son:

1. El contenido en cromo en el revestimiento con metal duro final es muy elevado (34,7% de Cr en el ejemplo anterior) comparado con el contenido en cromo en hierros fundidos blancos resistentes al desgaste abrasivo adecuados, especificados por ejemplo en las normas ASTM A532 y AS 2027. El elevado contenido en cromo es un resultado directo de maximizar la cantidad de carbono combinado (4,6% de C) en el depósito de soldadura de revestimiento con metal duro añadiendo la mayor cantidad posible de polvo de ferrocromo en el consumible de soldadura mezclado. Es decir, se toleran cantidades excesivas del cromo de mayor coste con el fin de maximizar el contenido en carbono en el depósito de soldadura final. La adición de polvo de carbono libre a la mezcla de ferroaleación con el fin de aumentar el contenido en carbono en el depósito de soldadura final no es eficaz, ya que el carbono libre no se disuelve fácilmente

en el baño de soldadura fundido durante el relativamente corto tiempo de fundición por arco (nominalmente 2 a 5 segundos) para formar depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro sobre sustratos.

5 2. Intentos para añadir otras ferroaleaciones tales como ferrotitanio, ferrovanadio, ferroniobio, ferroboro y ferromolibdeno a la mezcla de polvos de ferroaleación anterior provocan una reducción indeseable en el contenido en carbono de la mezcla final y el subsiguiente depósito de soldadura de revestimiento con metal duro, dado que calidades comercialmente disponibles de FeTi, FeV, FeB, FeNb y FeMo contienen contenidos relativamente bajos en carbono químicamente combinado.

10 3. La mezcla de la técnica anterior antes descrita de polvos de ferroaleación se obtiene mezclando mecánicamente juntos los polvos de HCFeCr y HCFeMn. La mezcladura mecánica es un medio lento e ineficaz de obtener una mezcla de polvos homogénea. El grado de dificultad por conseguir una mezcla homogénea de la mezcla de polvos aumenta cuando en la mezcla están incluidos otros polvos de ferroaleación tales como FeTi y FeV. Además, la segregación de los polvos mezclados, tiende a producirse por la manipulación y el transporte después de la mezcladura debido a las diferencias de densidades entre las diversas ferroaleaciones.

15 4. Entre los principales polvos de ferroaleación en depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro se obtienen machacando HCFeCr en nódulos y HCFeMn en nódulos que se adquieren de suministradores de materiales de carga de hornos que se utilizan para la producción de piezas de fundición de hierro blanco. La experiencia ha demostrado que estos materiales contienen cantidades variables de gases volátiles que se desprenden violentamente durante el proceso de soldadura, provocando una inestabilidad del arco y la expulsión de algo de polvo de la ferroaleación a partir del baño de soldadura. Los depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro resultantes contienen porosidad a los gases, cantidades variables de ingredientes de la ferroaleación y cantidades variables de dilución en el sustrato de acero. Los depósitos de soldadura por revestimiento con metal duro finales son generalmente no uniformes en la composición química y en la microestructura, y pueden conducir a un desgaste prematuro localizado durante el funcionamiento.

20 El documento DE 36 13 389 A1 describe un método para producir una composición de revestimiento con metal duro, en el que una aleación basada en hierro se deposita sobre una pieza de trabajo por el método de soldadura en masa utilizando un electrodo de consumo de alambre de hierro o acero y un relleno de metal granular. Típicamente, el polvo de relleno comprende 46-50% de Cr, 8-8,5% de C ligado, 5-5,5% de Mn, < 1% de Si y 0,5-1% de Mo, siendo el resto principalmente hierro, opcionalmente con pequeñas cantidades de Nb, Ti, W, V y B.

35 Descripción de la Invención

La presente invención proporcionada en las reivindicaciones es un método para producir de una manera económica depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro mejorados en comparación con la técnica anterior.

40 El método ha sido desarrollado para superar o al menos minimizar una o más de las cuatro desventajas técnicas de consumibles de soldadura de revestimiento con metal duro de material de ferroaleación de carburo de cromo descritas anteriormente, que se han utilizado previamente.

45 La presente invención se basa en el reconocimiento de que se pueden producir depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro mejorados utilizando un método bastante diferente para producir consumibles de soldadura de ferroaleación que se requieren para formar los depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro.

50 De acuerdo con la presente invención, que se indica en la reivindicación 1, se proporciona un método para producir un material consumible de soldadura de ferroaleación con contenido en carburo de cromo para el uso subsiguiente para producir un depósito de soldadura de revestimiento con metal duro sobre un sustrato adecuado, que comprende:

55 (a) formar una masa fundida homogénea que tiene una concentración requerida de elementos clave tales como carbono y cromo, para un material consumible de aleación de ferroaleación con contenido en carburo de cromo; y

(b) formar a partir de la masa fundida un material consumible de soldadura de ferroaleación con contenido

en carburo de cromo macizo.

- 5 Preferiblemente, la etapa (a) comprende formar la masa fundida homogénea a partir de materiales de alimentación sólidos.
- 5 La etapa (a) comprende formar la masa fundida homogénea a partir de un material de ferroaleación con contenido en cromo.
- 10 La etapa (a) comprende formar la masa fundida homogénea a partir de una fuente de carbono libre tal como grafito.
- 10 Preferiblemente, la etapa (a) comprende formar la masa fundida homogénea a partir de un material con contenido en hierro (distinto de una ferroaleación con contenido en cromo) tal como chatarra de acero o chatarra de hierro fundido blanco con alto contenido en cromo para diluir la concentración de cromo en la masa fundida.
- 15 La etapa (a) comprende mantener la temperatura de la masa fundida durante un tiempo de mantenimiento relativamente largo (nominalmente de 30 a 60 minutos) para disolver el carbono en la masa fundida para producir un nivel deseado de carbono químicamente combinado en el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido a partir de la masa fundida.
- 20 Preferiblemente, el método comprende mezclar la masa fundida y formar la masa fundida homogénea durante un período de tiempo requerido a una temperatura tal que el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido tenga una composición uniforme.
- 25 Preferiblemente, el método comprende desgasificar la masa fundida formada en la etapa (a) de modo que el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido formado en la etapa (b) facilite un arco de soldadura estable en una subsiguiente operación de revestimiento con metal duro y, con ello, minimice la porosidad en el depósito de soldadura de revestimiento con metal duro resultante y elimine la expulsión de polvo de ferroaleación a partir del baño de soldadura.
- 30 Preferiblemente, el método comprende separar escoria de la masa fundida formada en la etapa (a) de modo que el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido formado en la etapa (b) minimice la presencia de impurezas no metálicas en el depósito de soldadura de revestimiento con metal duro resultante formado en la subsiguiente operación de revestimiento con metal duro.
- 35 Típicamente, el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido formado en la etapa (b) está en forma de un polvo.
- 40 El método comprende producir un material consumible de soldadura de ferroaleación que tiene una relación cromo/carbono $< 7,0$.
- 40 El método comprende producir un material consumible de soldadura de ferroaleación con un contenido en cromo en el intervalo de 30-65% en peso.
- 45 Preferiblemente, el método comprende producir un material consumible de soldadura de ferroaleación que tenga un contenido en carbono químicamente combinado mayor que 7,5% en peso.
- 45 Preferiblemente, el método comprende producir un material consumible de soldadura de ferroaleación que tenga un contenido en manganeso de hasta un máximo de 10% en peso.
- 50 Preferiblemente, el método comprende producir un material consumible de soldadura de ferroaleación que tenga uno o más de uno de los siguientes elementos de la aleación adicionales: wolframio, titanio, niobio, vanadio, molibdeno y boro.
- 55 Típicamente, la etapa (a) del método comprende combinar y fundir materiales de alimentación de ferroaleación que pueden estar en forma de nódulos, en un horno de fusión adecuado.
- La etapa (a) puede comprender añadir chatarra de metal barata a la masa fundida para reducir la cantidad de contenido en cromo en la masa fundida con el fin de conseguir una $Cr/C < 7,0$.

La etapa (a) puede comprender añadir grafito a la masa fundida para sobresaturar la masa fundida con carbono con el fin de conseguir una $Cr/C < 7,0$.

5 Preferiblemente, la etapa (b) de formar el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido a partir de la masa fundida comprende colar la masa fundida en uno o más moldes adecuados u otros medios de colada y, después de ello, disgregar el producto colado a una forma adecuada tal como una forma de polvo.

10 En una alternativa, aunque no sólo la otra, la etapa (b) de realización de formar el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido a partir de la masa fundida comprende atomizar la masa fundida con un gas adecuado tal como argón para formar polvo sólido a partir de la masa fundida.

15 Además de hacer posible producir materiales consumibles de soldadura de ferroaleación con una química adecuada para formar depósitos de soldadura de revestimiento con metal duro, el método de producir materiales consumibles de soldadura de ferroaleación de acuerdo con la invención tiene un cierto número de otras ventajas prácticas.

20 Por ejemplo, los materiales aleantes se mezclan muy eficazmente en el estado fundido para producir una mezcla de ferroaleación más homogénea que la conseguida mezclando mecánicamente polvos de ferroaleación según se describe en la técnica anterior. La segregación del polvo de ferroaleación premezclado no se produce tras una manipulación o transporte subsiguiente.

25 Todos los componentes volátiles presentes en los materiales de ferroaleación en nódulos se desgasifican por completo durante el proceso de fusión, y esto elimina una fuente principal de la porosidad a los gases en el metal de soldadura final y mejora la estabilidad del arco de soldadura durante el proceso de deposición de la soldadura.

Impurezas no metálicas presentes en los materiales de carga de ferroaleación iniciales se separan fácilmente al eliminar la escoria del metal fundido en el horno con agentes fundentes adecuados.

30 De acuerdo con la presente invención se proporciona también un método para producir un depósito de soldadura de revestimiento con metal duro sobre un sustrato adecuado, que comprende formar un baño de soldadura del material consumible de soldadura de ferroaleación con contenido en carburo de cromo, producido por el método de la invención, y un material de alambre de soldadura sobre un sustrato y, después de ello, depositar sobre el sustrato un depósito de soldadura de revestimiento con metal duro de material procedente del baño de soldadura.

35 La presente invención se describe adicionalmente haciendo referencia a los siguientes Ejemplos.

Ejemplo 1

40 Se produjo un material consumible de soldadura de ferroaleación, al que se alude aquí en lo que sigue como un "material de ferroaleación mezclado" de acuerdo con la presente invención formando una masa fundida homogénea partir de polvos de HCFeCr y HCFeMn y carbono libre en forma de grafito y, después de ello, colando la masa fundida en un molde. Después de ello, el material colado se machacó para formar un polvo fino.

45 En la Tabla 3 se recoge la química del material de ferroaleación mezclado resultante.

Tabla 3 Química de la Mezcla de Polvos de Ferroaleación de Acuerdo con la Invención

	% en peso	% de Cr	% de C	% de Mn	% de Fe
HCFeCr	91	63,0	5,5		31,5
HCFeMn	6		7,0	75,0	18,0
Carbono	3		100,0		
Mezcla Final	100	57,3	8,4	4,5	29,8

A partir del Ejemplo, era evidente que:

- 50
- 3% en peso de carbono disuelto en el metal líquido aumentaba el contenido en carbono químicamente combinado de la mezcla final de polvo de ferroaleación de 5,6% de C a 8,4% de C.
 - Material de alimentación de HCFeCr que contenía contenidos relativamente bajos en carbono (p. ej.

5,5% de C) se podrían utilizar antes que el material de alimentación de HCFeCr costoso que contiene elevados contenidos en carbono (p. ej. 8,5% de C) utilizado en la mezcla de polvos de ferroaleación conocida en la Tabla 1.

- 5 • Se podría utilizar material de alimentación de HCFeCr que contenía contenidos relativamente bajos en cromo (p. ej. 63% en peso de Cr) antes que el material de alimentación de HCFeCr costoso que contiene elevados contenidos en cromo (p. ej. 67% de Cr) utilizado en la mezcla de polvos de ferroaleación conocida en la Tabla 1.
- 10 • La composición química de la mezcla de ferroaleación final era Fe-57,3Cr-8,4C-4,5Mn. Se encontró que este material era quebradizo y friable y se reducía fácilmente formando un polvo fino machacándolo de la manera usual.

La relación de cromo/carbono del material de ferroaleación mezclado de la Tabla 3 = 57,3/8,4

es decir, para la Mezcla de Polvos de Ferroaleación $Cr/C = 6,82$

La química de un depósito de soldadura de revestimiento con metal duro final formado utilizando el material de ferroaleación mezclado de la Tabla 3 se proporciona a modo de ejemplo en la Tabla 4.

Tabla 4 Química de un Depósito de Soldadura de Revestimiento con Metal Duro

	% en peso	% de Cr	% de C	% de Mn	% de Fe
Polvo	55	57,3	8,4	4,5	29,8
Alambre de Soldadura	35			1,0	99,0
Dilución	10		0,2	1,0	98,8
Depósito de Soldadura	100	31,5	4,6	2,9	61,0

A partir de la Tabla 4 y del trabajo adicional llevado a cabo por la solicitante es evidente que:

- 25 • El contenido en cromo del depósito de soldadura de revestimiento con metal duro se redujo de 34,7% de Cr en la técnica anterior (Tabla 2) hasta 31,5% de Cr en la presente invención, sin reducir el contenido en carbono.
- 30 • La microestructura del depósito de soldadura final comprendía aproximadamente 50 por ciento en volumen de carburos M_7C_3 .
- La relación de consumibles de soldadura y la cantidad de dilución es idéntica a la Tabla 2, es decir, no existían cambios requeridos en el proceso de soldadura de revestimiento con metal duro utilizado en la técnica anterior.

La relación cromo/carbono para el depósito de soldadura de revestimiento con metal duro de la Tabla 4 = 31,5/4,6

es decir, para el Depósito de Soldadura de Revestimiento con Metal Duro $Cr/C = 6,65$

Ejemplo 2

Se produjo un material de ferroaleación mezclado de acuerdo con la presente invención por el mismo método que el descrito anteriormente para el Ejemplo 1.

La única diferencia entre los Ejemplos es que este Ejemplo utilizaba chatarra de acero para reducir adicionalmente la relación Cr/C de la mezcla final. La chatarra de acero se añadió a la mezcla de ferroaleación fundida, dando como resultado una reducción en el contenido en cromo y en los costes de material bruto.

La Tabla 5 proporciona la química del material de ferroaleación mezclado.

Tabla 5 Química de Polvo de Ferroaleación Mezclado con Chatarra de Acero de Acuerdo con la Invención

	% en peso	% de Cr	% de C	% de Mn	% de Fe
HCFeCr	70	63,0	5,5		31,5
HCFeMn	6		7,0	75,0	18
Chatarra de Acero	20		0,2	1,0	98,8
Carbono	4		100,0		
Mezcla Final	100	44,1	8,3	4,7	42,9

A partir del Ejemplo, es evidente que:

- Chatarra de acero (20% en peso) reducía el contenido en cromo de la mezcla final.
- El contenido en cromo de la mezcla de ferroaleación se redujo de 63,0% en la mezcla de polvo de ferroaleación de la técnica anterior (Tabla 1) a 44,1% en la mezcla de la presente invención (Tabla 5).
- La composición química de la mezcla de ferroaleación final era Fe-44,1Cr-8,3C-4,7Mn. Se encontró que este material era quebradizo y friable y se reducía fácilmente para formar un polvo fino machacándolo de la manera habitual.

La relación cromo/carbono del material de ferroaleación mezclado de la Tabla 5 = 44,1/8,3.

es decir, para la Mezcla de Polvos de Ferroaleación $Cr/C = 5,31$

En la Tabla 6 se proporciona la química de un depósito de soldadura de revestimiento con metal duro final formado al utilizar el material de ferroaleación mezclado de la Tabla 5, es decir, incorporando chatarra de acero.

Tabla 6 Depósito de soldadura de revestimiento con metal duro con Polvo de Ferroaleación Mezclado con Chatarra de Acero

	% en peso	% de Cr	% de C	% de Mn	% de Fe
Polvo	55	44,1	8,3	4,7	42,9
Soldadura	35			1,0	99,0
Alambre					
Dilución	10		0,2	1,0	98,8
Depósito de Soldadura	100	24,3	4,6	3,0	68,1

El contenido en cromo de 24,3% en peso del depósito de soldadura de revestimiento con metal duro de la Tabla 6 es similar al contenido en cromo de los hierros fundidos blancos resistentes al desgaste abrasivo en la norma ASTM A532. Al mismo tiempo, el contenido en carbono químicamente combinado era 4,6% en peso, proporcionando una microestructura que exhibía aproximadamente 45% en volumen de carburos M_7C_3 .

Ejemplo 3

Se produjo un material de ferroaleación mezclado de acuerdo con la presente invención por el mismo método que el descrito anteriormente para el Ejemplo 1.

La única diferencia entre los Ejemplos es que este Ejemplo utilizaba chatarra de hierro fundido blanco para reducir adicionalmente la relación Cr/C de la mezcla final. La chatarra de hierro fundido blanco se añadió a la mezcla de ferroaleación fundida, dando como resultado una reducción del contenido en cromo y de los costes de material bruto. En particular, la chatarra de hierro fundido blanco dio como resultado una reducción adicional en una cantidad de HCFeCr en la mezcla de polvos y una correspondiente reducción en los costes de material bruto.

La Tabla 7 proporciona la química del material de ferroaleación mezclado.

Tabla 7 Química de Polvo de Ferroaleación Mezclado con Chatarra de Hierro Fundido Blanco de Acuerdo con la Invención.

ES 2 440 192 T3

	% en peso	% de Cr	% de C	% de Mn	% de Fe
HCFeCr	55	63,0	5,5		31,5
HCFeMn	6		7,0	75,0	18
Chatarra de Hierro Fundido Blanco	35	27,0	3,0	1,5	68,5
Carbono	4		100,0		
Mezcla Final	100	44,1	8,5	5,0	42,4

La química del material de ferroaleación mezclado de la Tabla 7 era casi idéntica a la mezcla ilustrada en la Tabla 5, incluso a pesar de que sólo se utilizó 55% en peso de HCFeCr en el material de carga del horno.

- 5 La relación cromo/carbono del material de ferroaleación mezclado de la Tabla 7 = 44,1/8,5.

es decir, para la Mezcla de Polvos de Ferroaleación $\text{Cr/C} = 5,19$

Se pueden realizar muchas modificaciones a las realizaciones de la presente invención arriba descritas.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método para producir un material consumible de soldadura de ferroaleación con contenido en carburo de cromo para el uso subsiguiente para producir un revestimiento con metal duro sobre un sustrato adecuado, que comprende las etapas de:
- 10 (a) formar una masa fundida homogénea a partir de un material de ferroaleación con contenido en cromo y una fuente de carbono libre, con la etapa que incluye mantener la temperatura de la masa fundida durante un tiempo relativamente largo (nominalmente 30 a 60 minutos) para disolver carbono en la masa fundida para producir una concentración requerida de carbono químicamente combinado en el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido a partir de la etapa (b); y
- 15 (b) formar a partir de la masa fundida un material consumible de soldadura de ferroaleación con contenido en carburo sólido que tiene una relación cromo:carbono menor que 7,0 y un contenido en cromo en un intervalo de 30 a 65% en peso.
- 20 2.- El método definido en la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende formar la masa fundida homogénea a partir de materiales de alimentación sólidos.
- 3.- El método definido en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la etapa (a) comprende añadir grafito a la masa fundida para sobresaturar la masa fundida con carbono.
- 25 4.- El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa (a) comprende formar la masa fundida homogénea a partir de un material con contenido en hierro (distinto a una ferroaleación con contenido en cromo) tal como chatarra de acero o chatarra de hierro fundido blanco con alto contenido en cromo, para diluir la concentración de cromo en la masa fundida.
- 30 5.- El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende desgasificar la masa fundida formada en la etapa (a) de modo que el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido formado en la etapa (b) facilite un arco por soldadura estable en una operación de revestimiento con metal duro subsiguiente y, con ello, minimiza la porosidad en el revestimiento con metal duro resultante y elimina la expulsión de polvo de ferroaleación a partir del baño de soldadura.
- 35 6.- El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende separar escoria de la masa fundida formada en la etapa (a) de modo que el material consumible de soldadura de ferroaleación sólido formado en la etapa (b) minimiza la presencia de impurezas no metálicas en el depósito de soldadura de revestimiento con metal duro resultante, formado en la subsiguiente operación de revestimiento con metal duro.
- 40 7.- El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende producir un material consumible de soldadura de ferroaleación que tiene un contenido en carbono químicamente combinado mayor que 7,5% en peso.
- 45 8.- El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa (b) comprende colar la masa fundida en uno o más moldes adecuados u otros medios de colada y, después de ello, disgregar el producto colado en una forma adecuada tal como una forma de polvo.
- 9.- El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la etapa (b) comprende atomizar la masa fundida con un gas adecuado tal como argón para formar polvo sólido a partir de la masa fundida.
- 50 10.- Un método para producir un depósito de soldadura de revestimiento con metal duro sobre un sustrato adecuado, que comprende formar
- 55 a) un baño de soldadura de
- i) el material consumible de soldadura de ferroaleación con contenido en carburo de cromo producido por el método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes y que tiene una relación cromo:carbono menor que 7,0 y un contenido en cromo en un intervalo de 30 a 65% en peso a partir de la masa fundida; y
- ii) un material de alambre de soldadura sobre un sustrato; y
- b) después de ello, depositar un depósito de soldadura de revestimiento con metal duro procedente del baño de soldadura sobre el sustrato.