

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 676**

51 Int. Cl.:

B23K 20/12 (2006.01)

C22C 29/08 (2006.01)

C23C 16/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.11.2012 PCT/EP2012/004661**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13068122**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2012 E 12801448 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2776204**

54 Título: **Herramienta de soldadura por fricción-agitación realizada en carburo de tungsteno cementado con níquel y con un revestimiento superficial de Al_2O_3**

30 Prioridad:

11.11.2011 EP 11188809

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

15.01.2020

73 Titular/es:

**HYPERION MATERIALS & TECHNOLOGIES
(SWEDEN) AB (100.0%)
Lerkrogsvägen 19
126 80 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**EDERYD, STEFAN y
NORDENSTRÖM, HENRIK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 737 676 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

Herramienta de soldadura por fricción-agitación realizada en carburo de tungsteno cementado con níquel y con un revestimiento superficial de Al_2O_3

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere a una herramienta de soldadura por fricción-agitación para soldar placas metálicas y especialmente placas de acero.

Antecedentes

- 10 La soldadura por fricción-agitación ha sido usada en la industria durante muchos años y, especialmente, en la soldadura de materiales metálicos, tales como aluminio, latón y bronce. Es un procedimiento de estado sólido que implica una deformación plástica local debida al calor de fricción proporcionado por una sonda de soldadura de agitación-fricción giratoria y móvil forzada a moverse a lo largo de la unión a ser soldada. El calor de fricción debido al contacto entre la sonda y el material metálico en la unión convierte el material metálico en estirable, y la rotación y el movimiento de la sonda a lo largo de la unión resultan en una soldadura de material agitado.

- 15 La soldadura por fricción-agitación es una técnica que tiene el potencial de producir grandes beneficios económicos en comparación con la soldadura por láser tradicional o la soldadura por fusión que implica una rápida solidificación del material fundido. Las ventajas de la soldadura por fricción-agitación son el área limitada que se calienta y también que la soldadura resultante es frecuentemente lo suficientemente suave como para eliminar una etapa posterior de pulido.

- 20 La soldadura por fricción-agitación del acero puede proporcionar una soldadura con menos poros, menos difusión de carbono y una mayor resistencia en comparación con una soldadura por arco tradicional o una soldadura por rayo láser.

- 25 La condición para la sonda de soldadura por fricción-agitación durante un procedimiento de soldadura de acero es muy exigente. La soldadura por fricción-agitación implica ciclos térmicos a altas temperaturas. La temperatura en la soldadura es probablemente de aproximadamente 800-1.000°C, y la resistencia mecánica de la sonda debe ser alta a esta elevada temperatura. Si la resistencia mecánica a alta temperatura es insuficiente, la sonda experimentará oxidación, desgaste y colapso o rotura.

El documento US2010/0258612A1 divulga una herramienta de soldadura por fricción-agitación para soldar acero realizada en un metal duro revestido parcialmente con una o más capas.

- 30 El documento JP2010260065, base para el preámbulo de la reivindicación 1, muestra una herramienta de soldadura por fricción-agitación fabricada a partir de carburo cementado y un aglutinante que comprende níquel.

El documento JP61110771 se refiere a una aleación har sinterizada, de superficie revestida, que comprende WC revestido con TiC, TiN y Al_2O_3 .

- 35 Existe una necesidad de mejoras adicionales en el campo de las herramientas de soldadura por fricción-agitación. Una herramienta de soldadura por fricción-agitación no debería ser demasiado costosa, debería tener una vida útil larga y predecible y debería tener alta dureza y resistencia al desgaste a altas temperaturas.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una herramienta de soldadura por fricción-agitación con características mejoradas en comparación con las herramientas de soldadura por fricción-agitación conocidas.

- 40 Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una herramienta de soldadura por fricción-agitación con alta resistencia al desgaste y alta resistencia a la oxidación.

La presente invención divulga una herramienta de soldadura por fricción-agitación tal como se define en la reivindicación 1, y el uso de dicha herramienta tal como se define en la reivindicación 12. Otras realizaciones se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

- 45 La herramienta de soldadura por fricción-agitación según la invención está realizada en carburo cementado con granos de WC en una fase aglutinante en la que dicho carburo cementado comprende del 3% en peso al 10% en

peso de Ni y en la que la herramienta de soldadura está al menos parcialmente revestida con un revestimiento superficial que comprende Al_2O_3 .

Según la presente invención, la herramienta de soldadura que comprende un cuerpo, un resalte y una sonda, está completamente revestida con un revestimiento superficial que consiste en un primer revestimiento superficial que comprende al menos uno de entre un compuesto de Ti y un compuesto de Zr, que es una capa interior, que comprende al menos una capa de una capa de carburo de Ti, una capa de nitruro de Ti, una capa de carbonitruro de Ti, una capa de oxicarburo de Ti, una capa de oxicarbonitruro de Ti, una capa de carburo de Zr, una capa de nitruro de Zr, una capa de carbonitruro de Zr, una capa de oxicarburo de Zr y una capa de oxicarbonitruro de Zr y un segundo revestimiento superficial, que es una capa exterior, que comprende Al_2O_3 .

La herramienta de soldadura por fricción-agitación según la invención tiene una alta dureza a alta temperatura, una alta resistencia mecánica y es resistente a la fatiga termomecánica.

La soldadura puede realizarse en un material que sea plásticamente deformable, por ejemplo, aluminio, cobre, latón, bronce, aceros y otros materiales metálicos y aleaciones. En particular, la herramienta de soldadura por fricción-agitación de la invención permite la soldadura de acero a acero y de acero a aluminio, de manera que la herramienta es sometida a temperaturas muy elevadas.

La herramienta de soldadura por fricción-agitación según la presente invención puede tener cualquier forma deseable. Por ejemplo, la sonda puede estar truncada, puede tener forma de tornillo con estrías o puede comprender cualquier otro diseño adecuado para la aplicación.

El carburo cementado es un material que incluye típicamente granos de WC en una fase aglutinante. El carburo cementado puede producirse en un procedimiento que comprende fresado, secado por pulverización, prensado y sinterización. A veces, los granos de WC en el carburo cementado se denominan la fase alfa. Típicamente, el tamaño de los granos de WC cambia durante el procedimiento de sinterización. El tamaño de grano al que se hace referencia en la presente memoria es el tamaño de grano de los granos de WC después de la sinterización. El tamaño de grano de WC se mide con el procedimiento planimétrico de Jeffries (ASTM E112), que es un procedimiento basado en el recuento del número de granos dentro de un área conocida.

La fase aglutinante en el carburo cementado típico es la fase metálica que rodea los granos de WC y otras fases duras que pueden estar presentes, por ejemplo, fases duras tales como TiN, TiC o TiCN. Un contenido de Ni en la fase aglutinante es ventajoso, ya que contribuye a una alta resistencia a la fatiga termomecánica del carburo cementado. El contenido de Ni proporciona también una mayor resistencia a la oxidación del carburo cementado. El carburo cementado en la herramienta de soldadura por fricción-agitación de la presente invención comprende del 3 al 10% en peso de Ni, preferentemente del 4 al 5% en peso de Ni.

Un revestimiento superficial puede contribuir a una mayor resistencia a la oxidación del carburo cementado. El segundo revestimiento superficial de la presente invención comprende preferentemente Al_2O_3 , más preferentemente $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, más preferentemente $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ de grano fino.

La herramienta completamente revestida es ventajosa, ya que una herramienta de soldadura por fricción-agitación totalmente revestida muestra una alta resistencia a la oxidación.

Según la presente invención, el revestimiento superficial se aplica con una técnica CVD. Esto es ventajoso, ya que toda la superficie exterior de la herramienta puede ser revestida simultáneamente, y puede aplicarse un revestimiento relativamente grueso sin ningún problema relacionado con los altos esfuerzos de compresión.

Según la presente invención, dicho revestimiento superficial comprende un segundo revestimiento superficial más exterior de Al_2O_3 y el primer revestimiento superficial, que es un revestimiento superficial intermedio, es decir, una capa interior, se aplica de manera que el carburo cementado no esté en contacto directo con dicho segundo revestimiento superficial de Al_2O_3 . El espesor del revestimiento superficial intermedio es preferentemente mayor de $0,3\text{ }\mu\text{m}$ y menor de $6\text{ }\mu\text{m}$.

En una realización, el revestimiento intermedio está destinado a promover el crecimiento de un $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ durante el procedimiento CVD de Al_2O_3 , y para prevenir el crecimiento de un $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ durante dicho procedimiento de CVD. El revestimiento intermedio puede ser, por ejemplo, TiN, TiCN, ZrC, TiC o mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, el segundo revestimiento superficial que comprende Al_2O_3 tiene un espesor promedio de más de $5\text{ }\mu\text{m}$, preferentemente de al menos $6\text{ }\mu\text{m}$. El espesor promedio es preferentemente menor que $30\text{ }\mu\text{m}$ y más preferentemente menor que $20\text{ }\mu\text{m}$. Este espesor es ventajoso ya que aumenta la resistencia al desgaste y proporciona un suficiente aislamiento térmico.

En una realización de la presente invención, dicho carburo cementado comprende del 3 al 10% en peso de Co, preferentemente del 4 al 5% en peso de Co. Este contenido de Co aumenta la dureza y la resistencia mecánica del carburo cementado. Esto es ventajoso ya que mejora la resistencia a la fatiga termomecánica y la conductividad térmica.

5 En una realización de la presente invención, la fase aglutinante comprende Co y Ni con una relación Co/Ni de 0,3-3, preferentemente 0,75-1,25, lo más preferentemente aproximadamente 1 y con un contenido total preferente de Co y Ni de aproximadamente el 10% en peso, más preferentemente del 8 al 10% en peso, más preferentemente del 9 al 10% en peso, en el carburo cementado.

10 En una realización de la presente invención, dicha fase aglutinante comprende el 0,8-1,2% en peso de Cr y/o Mo. El contenido de Cr y/o Mo aumenta la resistencia a la oxidación de la fase aglutinante. A un menor contenido de Cr, la resistencia a la oxidación se reduce y, a mayor contenido de Cr, se forman carburos de Cr, lo que puede conducir a una fragilización. Además, el punto de Curie de un material de carburo cementado con Cr es más bajo que el de un carburo cementado WC-Co puro. La adición de Cr es también beneficiosa, debido a un menor riesgo de transformaciones de fase y cambios de volumen de la fase de aglutinante.

15 En una realización de la presente invención, dicha fase aglutinante comprende el 0,01-0,4% en peso de Fe. El contenido de Fe mejora la resistencia a la oxidación de la fase aglutinante.

20 En una realización de la presente invención, la herramienta de soldadura por fricción-agitación comprende el 85-95% en peso de granos de WC. Este contenido mejorado de WC es ventajoso, ya que aumenta la conductividad térmica del material y reduce la tendencia a la formación de grietas térmicas. Además, aumenta la resistencia al choque térmico del carburo cementado, así como la resistencia mecánica. La conductividad térmica aumenta con un menor contenido de fase aglutinante.

25 En una realización de la presente invención, el tamaño de grano de WC promedio en el carburo cementado es de 2-25 μm , preferentemente mayor de 3 μm , más preferentemente de 5 a 8,5 μm . La conductividad térmica aumenta con el aumento del tamaño de grano. El tamaño de grano de los granos de WC en la microestructura (fase alfa) se mide con el procedimiento planimétrico de Jeffries (ASTM E112). Una ventaja de dichos granos de WC gruesos es que dicho carburo cementado tiene una alta resistencia mecánica y una alta resistencia al desgaste. Los granos gruesos proporcionan también una superficie rugosa del carburo cementado después de la sinterización, lo que puede ser ventajoso en un procedimiento de soldadura por fricción-agitación.

30 En una realización, dicho carburo cementado comprende, además de WC, hasta el 5% en peso de carburos cúbicos.

En una realización de la presente invención, dicha herramienta comprende dos sondas en las que cada sonda está destinada a contactar con el material a ser soldado durante un procedimiento de soldadura por fricción-agitación, en la que dichas sondas están dispuestas opuestas entre sí, de manera que, cuando la primera sonda está activa en un procedimiento de soldadura por fricción-agitación, la segunda sonda está inactiva.

35 En una realización de la presente invención, se realiza un procedimiento de soldadura por fricción-agitación con una herramienta de soldadura por fricción-agitación según la invención en una atmósfera de soldadura que comprende N_2 o Ar. Esto es ventajoso para prevenir la descarburación y la oxidación del material de trabajo. La herramienta revestida con Al_2O_3 no nitrifica en un entorno de N_2 y, por lo tanto, el N_2 es un posible gas protector además del Ar usado convencionalmente.

40 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se describirán más detalladamente realizaciones de la presente invención, con referencia al dibujo.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de una herramienta de soldadura por fricción-agitación, con dos sondas opuestas en la misma herramienta, según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones preferentes

45 A continuación, se hará referencia al dibujo, en el que se proporcionarán designaciones numéricas a varios elementos de la presente invención. Debe entenderse que la siguiente descripción es solo ejemplar y que el alcance de la invención está establecido en las reivindicaciones adjuntas.

50 La Figura 1 muestra una herramienta 1 de soldadura por fricción-agitación según una realización de la presente invención. La herramienta 1 comprende un cuerpo 2 y en cada extremo de la herramienta hay un resalte 4 y una sonda 3. La herramienta 1 de soldadura por fricción-agitación está realizada en carburo cementado y, según la presente invención, la herramienta 1 está completamente revestida, es decir, todas las superficies exteriores de la

herramienta 1, es decir, el cuerpo 2, los resaltes 4 y las sondas 3, están revestidas con un revestimiento superficial.

En la herramienta 1 de soldadura por fricción-agitación, dos sondas 3 están dispuestas opuestas entre sí, de manera que, cuando la primera sonda 3 está activa en un procedimiento de soldadura por fricción-agitación, la segunda sonda 3 opuesta está inactiva. Durante un procedimiento de soldadura por fricción-agitación, una de las sondas 3 está situada entre las dos placas a ser soldadas, y su resalte 4 está situado justo encima de la unión. Solo hay una sonda 3 activa a la vez durante el procedimiento de soldadura por fricción-agitación. La otra sonda 3 puede usarse, por ejemplo, cuando se ha desgastado la primera.

Los siguientes ejemplos están destinados a ilustrar la invención.

Ejemplo 1 – Ensayo de resistencia química

Las muestras A, B, C y D se evaluaron con relación a su resistencia química en un ensayo de fundición en el que las muestras se fundieron parcialmente en acero con bajo contenido de carbono.

Cada una de las muestras A, B, C y D se realizaron en carburo que contenía el 90% en peso de WC con un tamaño de grano de 5 μm (medido según el procedimiento planimétrico de Jeffries, ASTM E112), el 4,7% en peso de Co, el 4,3% en peso de Ni y el 1% en peso de Cr. Las muestras A, B y C se revistieron con CVD antes del ensayo de fundición. La muestra A se revistió con un revestimiento intermedio de 3,3 μm de TiN y un revestimiento superficial exterior de 10 μm de espesor de Al_2O_3 , la muestra B se revistió con un revestimiento superficial de TiCN de 4 μm de espesor y la muestra C con un revestimiento superficial de TiN de 4 μm de espesor. Las muestras A, B y C revestidas y la muestra D no revestida se moldearon en un acero de bajo contenido en carbono.

El punto de fusión del acero es 1.565°C. Cada muestra se empapó parcialmente en el acero fundido durante diez minutos, después de lo cual el acero se enfrió a temperatura ambiente en aire. Después del ensayo de fundición, se realizó un corte pasante en cada muestra parcialmente fundida y los cortes pasantes se estudiaron en un microscopio electrónico de barrido (SEM). Las muestras B, C y D se disolvieron en este ensayo de fundición, mientras que la muestra A1 no mostró signos de disolución y, por lo tanto, una buena resistencia química. En la Tabla 1 se muestra un resumen del resultado.

Tabla 1

Muestra	Revestimiento	Espesor de revestimiento	Resistencia química
A	TiN + Al_2O_3 (invención)	3,3 μm + 10 μm	Buena
B	TiCN (comparativo)	4 μm	Mala*
C	TiN (comparativo)	4 μm	Mala*
D	Sin revestimiento (comparativo)	-	Mala*
* Disolución excesiva del carburo cementado.			

Ejemplo 2 - Ensayo de oxidación

Las muestras E, F y G se prepararon y evaluaron con relación a su resistencia a la oxidación en un ensayo de oxidación en el que las muestras se trataron térmicamente en un horno al aire.

Cada una de las muestras E, F y G se realizaron en carburo que contenía el 90% en peso de WC con un tamaño de grano de 5 μm (medido según el procedimiento planimétrico de Jeffry. ASTM E112), el 4,7% en peso de Co, el 4,3% en peso de Ni y el 1% en peso de Cr. Las muestras E, F y G se revistieron con CVD antes del ensayo de oxidación. La muestra E se revistió con un revestimiento intermedio de TiN de 2 μm de espesor y un revestimiento superficial exterior de Al_2O_3 de 6 μm de espesor, la muestra F se revistió con un revestimiento superficial de TiAlN de 4 μm de espesor y la muestra G con un revestimiento superficial de TiN de 4 μm de espesor. Las muestras E, F y G revestidas se analizaron en un ensayo de oxidación.

Este ensayo de oxidación comprende tratar dichas muestras en un horno a 950°C durante 12 horas en aire. Las muestras se enfriaron a temperatura ambiente en aire y se evaluaron en base a su aspecto después del ensayo. Si la muestra no mostró ningún signo de oxidación, la resistencia a la oxidación se consideró como buena. Si la muestra se oxidó o se agrietó en la superficie o se agrietó a lo largo de toda la muestra, la resistencia a la oxidación se consideró como mala.

El resultado se resume en la Tabla 2.

Tabla 2

Muestra	Revestimiento	Espesor de revestimiento	Resistencia a la oxidación
E	TiN + Al ₂ O ₃ (invención)	2 µm TiN + 6 µm Al ₂ O ₃	Buena
F	TiAlN (comparativo)	4 µm	Mala*
G	TiN (comparativo)	4 µm	Mala*
* Oxidación excesiva del carburo cementado.			

Ejemplo 3 - Prueba de soldadura por fricción

Los ensayos de soldadura por fricción-agitación se realizaron con tres sondas diferentes, las sondas H, I y J. Todas las sondas se realizaron en carburo cementado y tenían un resalte cilíndrico con un pasador cónico, un diámetro de clavija de aproximadamente 5 mm y un diámetro de resalte de 16 mm. Los ensayos de soldadura se realizaron en una unión entre dos placas de 4 mm de espesor de Al, Cu o acero con bajo contenido de carbono (C: 0,2%, Si: 0,3%, P: 0,04%, S: 0,05%, Fe: resto, con una dureza 30 HRC). Los ensayos se realizaron con una velocidad de soldadura de 150 mm/minuto, una fuerza hacia abajo máxima de 230 kN, una velocidad de rotación de 300 rpm y un ángulo de inclinación de 1,5°.

La sonda H no estaba revestida y estaba realizada en carburo cementado del denominado grado C10C. El grado C10C es un carburo cementado que comprende el 4,7% en peso de Co, el 4,3% en peso de Ni y el 1% en peso de Cr, el 90% en peso de WC, donde el tamaño de grano promedio de WC es de 5 µm. La sonda H se ensayó en soldadura por fricción-agitación en Al, Cu y acero con bajo contenido de carbono (con la composición presentada anteriormente). El ensayo de soldadura por fricción-agitación de la sonda H se realizó en 12 metros. El resultado del ensayo de soldadura por fricción-agitación en Al y Cu, respectivamente, fue que las sondas no mostraron ningún daño después de completar el ensayo. El resultado del ensayo de soldadura por fricción-agitación en dicho acero con bajo contenido de carbono fue que la parte superior de la sonda desapareció después de completar el ensayo.

La sonda I no está revestida y está realizada en carburo cementado del denominado grado S6. El grado S6 es un carburo cementado que comprende el 12% en peso (Ta, Nb, Ti)C, el 11% en peso de Co y el 77% en peso de WC, donde el tamaño de grano promedio de WC es de 2 µm. La sonda I se ensayó en soldadura por fricción-agitación en Al, Cu y acero con bajo contenido de carbono (con la composición presentada anteriormente). El ensayo de soldadura por fricción-agitación de la sonda H se realizó en 4 metros. El resultado del ensayo de soldadura por fricción-agitación en dicho acero de bajo contenido de carbono fue que la parte superior de la sonda desapareció después del ensayo y se observaron grietas en la herramienta.

La sonda J está realizada en carburo cementado del denominado grado C10C completamente revestido con un revestimiento superficial que comprende un revestimiento intermedio de TiN y un revestimiento exterior de Al₂O₃. El revestimiento de TiN tiene un espesor de 0,3 µm y el revestimiento Al₂O₃ es de 15 µm de espesor. El grado C10C es un carburo cementado que comprende el 4,7% en peso de Co, el 4,3% en peso de Ni y el 1% en peso de Cr, el 90% en peso de WC, donde el tamaño de grano promedio de WC es de 5 µm. La sonda J se ensayó en soldadura por fricción-agitación en acero con bajo contenido de carbono (con la composición presentada anteriormente). El ensayo de soldadura por fricción-agitación de la sonda J se realizó en 40 metros. El resultado del ensayo de soldadura por fricción-agitación en dicho acero con bajo contenido de carbono fue que la herramienta no mostró ningún daño en el revestimiento y no se observaron grietas.

El resultado del ensayo de soldadura por fricción-agitación se resume en la Tabla 3 y muestra que la sonda J, realizada en carburo cementado del denominado grado C10C revestido con una capa exterior de Al₂O₃, tiene un alto rendimiento. Esto implica que la sonda J tiene una resistencia a la oxidación suficientemente alta, una resistencia química alta, una alta resistencia y dureza a temperaturas altas durante el ensayo de soldadura por

fricción-agitación en acero. La ausencia de grietas en la sonda después del ensayo muestra también una alta resistencia contra la fatiga termomecánica.

Tabla 3

Sonda	Material de la sonda	Material soldado	Distancia de soldadura	Rendimiento de soldadura
H	Carburo cementado no revestido de grado C10C.	Cu	12 metros	Sin daños en la sonda
		Al	12 metros	Sin daños en la sonda
		Acero bajo en carbono	12 metros	Parte superior de la sonda desaparecida
I	Carburo cementado no revestido de grado S6.	Acero bajo en carbono	4 metros	Parte superior de la sonda desaparecida
J	Carburo cementado revestido con Al_2O_3 de grado C10C (invención)	Acero bajo en carbono	40 metros	Sin daños en la sonda

5 Aunque se ha descrito con referencia a una realización preferente de la presente invención, debería ser fácilmente evidente para una persona con conocimientos ordinarios en la técnica que pueden realizarse diversos cambios y/o modificaciones sin apartarse del alcance de la invención tal como se expone en las reivindicaciones adjuntas. En general, la invención solo pretende estar limitada por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación realizada en carburo cementado que comprende granos de WC en una fase aglutinante y en el que dicho carburo cementado comprende del 3% en peso al 10% en peso de Ni y la herramienta (1) de soldadura comprende al menos un cuerpo (2), un resalte (4) y una sonda (3), y **caracterizada porque** dicha herramienta (1) de soldadura está completamente revestida con un revestimiento superficial que consiste en dos capas, un primer revestimiento superficial realizado en al menos uno de entre un compuesto de Ti y un compuesto de Zr, que es una capa interior, que comprende al menos una capa de una capa de carburo de Ti, una capa de nitruro de Ti, una capa de carbonitruro de Ti, una capa de oxycarburo de Ti, una capa de oxicarbonitruro de Ti, una capa de carburo de Zr, una capa de nitruro de Zr, una capa de carbonitruro de Zr, una capa de oxycarburo de Zr y capa de oxicarbonitruro de Zr, y un segundo revestimiento, que es una capa exterior, que comprende Al_2O_3 y en el que dicho revestimiento superficial es un revestimiento de CVD.
2. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según la reivindicación 1, en la que dicho segundo revestimiento superficial es un revestimiento superficial más exterior de Al_2O_3 y dicho primer revestimiento superficial es de TiN.
3. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el segundo revestimiento superficial es un revestimiento superficial de Al_2O_3 que tiene un espesor promedio de más de 5 μm .
4. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el espesor del primer revestimiento superficial es mayor de 0,3 μm y menor de 6 μm .
5. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho carburo cementado comprende del 4 al 5% en peso de Ni.
6. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho carburo cementado comprende del 3 al 10% en peso de Co.
7. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho carburo cementado comprende del 4 al 5% en peso de Co.
8. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho carburo cementado comprende el 0,8-1,2% en peso de Cr y/o Mo.
9. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho carburo cementado comprende del 0,01 al 0,4% en peso de Fe.
10. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho carburo cementado comprende el 85-95% en peso de WC con un tamaño de grano promedio de WC de 2-25 μm .
11. Herramienta (1) de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha herramienta (1) comprende dos sondas (3) en la que cada sonda (3) está diseñada para contactar con el material a ser soldado durante un procedimiento de soldadura por fricción-agitación, en el que dichas sondas (3) están dispuestas opuestas entre sí, de manera que, cuando la primera sonda (3) está activa en un procedimiento de soldadura por fricción, la segunda sonda (3) está inactiva.
12. Uso de una herramienta de soldadura por fricción-agitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en un procedimiento de soldadura por fricción-agitación, en el que dicho procedimiento se realiza en una atmósfera de soldadura de N_2 o Ar.

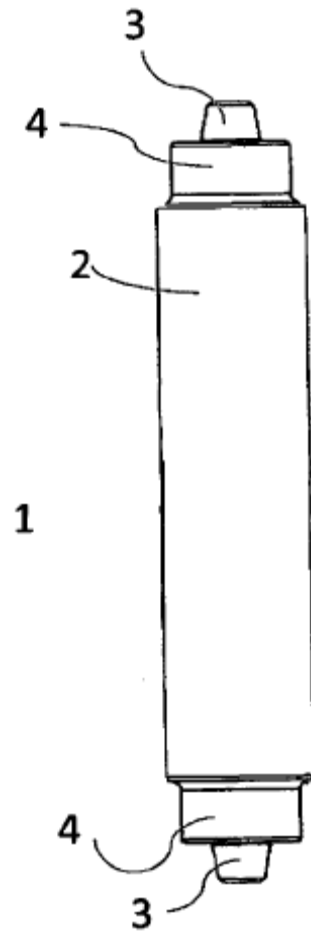


Fig. 1