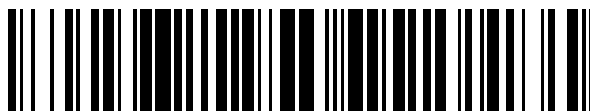


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 620**

51 Int. Cl.:

**B24D 3/06** (2006.01)

**B24D 3/34** (2006.01)

**B24D 5/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03078103 .3**

96 Fecha de presentación: **21.08.1998**

97 Número de publicación de la solicitud: **1378323**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.01.2004**

54 Título: **AGLUTINANTE PARA HERRAMIENTA DE ABRASIÓN.**

30 Prioridad:  
**28.08.1997 US 920242**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.06.2012**

73 Titular/es:  
**SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC.  
1, NEW BOND STREET BOX Nº. 15138  
WORCESTER, MA 01615-0138, US**

72 Inventor/es:  
**Andrews, Richard M.;  
Miller, Bradley J.;  
Skeem, Marcus R. y  
Shiue, Ren-Kae**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 382 620 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

Aglutinante para herramienta de abrasión.

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un aglutinante para unir material abrasivo al núcleo de una herramienta abrasiva. Más específicamente, se refiere a un aglutinante que puede ser fácilmente eliminado para facilitar la reutilización del núcleo.

Antecedentes y sumario de la invención

10 Frecuentemente, las herramientas de abrasión industriales incluyen granos abrasivos de una sustancia dura fijada a un núcleo rígido. El núcleo se puede adaptar para ser accionado manual o eléctricamente en contacto móvil con una pieza de trabajo, para moler, cortar, pulir o de otro modo erosionar la pieza de trabajo hasta una forma deseada. Los granos abrasivos están usualmente unidos al núcleo mediante un material denominado a menudo aglutinante.

15 La capacidad de corte de las herramientas abrasivas generalmente disminuye con el uso continuado. En última instancia, una herramienta se desgasta tanto que llega a ser inefectiva para uso posterior, y debe ser reemplazada por otra nueva. Frecuentemente, el desgaste causante de la reducción de la capacidad de corte es debido a razones tales como un excesivo embotado y la pérdida del material abrasivo. El material abrasivo se puede perder cuando el aglutinante se erosiona o se fractura mediante contacto con la pieza de trabajo. En muchos casos, sólo el abrasivo y el aglutinante están afectados por el desgaste, y el núcleo permanece sensiblemente intacto.

20 La necesidad de reemplazar herramientas abrasivas desgastadas es importante en ciertas aplicaciones de corte agresivo, tales como en material de construcción y molienda industrial. Estas aplicaciones implican típicamente moler materiales tales como metales, piedra natural, granito, hormigón, materiales compuestos orgánicos, y cerámica, y mezclas de los mismos. Estos materiales difíciles de cortar tienden rápidamente a desgastar incluso a las herramientas abrasivas más duraderas, que incorporan materiales superabrasivos tales como diamante y nitruro de boro cúbico ("CBN"). Adicionalmente, las herramientas abrasivas para la molienda en la construcción son frecuentemente bastante grandes. Las ruedas abrasivas de hasta varios pies de diámetro para el corte de hormigón y otros materiales para calzada no son inusuales. El coste de reemplazar tales herramientas puede ser bastante elevado.

30 Para reducir el coste del recambio, usualmente es posible reacondicionar el núcleo recubierto de una herramienta desgastada. Esto generalmente se consigue retirando cualquier aglutinante y material abrasivo residual en el núcleo, reparando defectos estructurales en el núcleo, y aplicando una nueva superficie de corte de material abrasivo y aglutinante. La retirada del aglutinante y material abrasivo de herramientas abrasivas recubiertas se conoce a menudo como separación. La separación es especialmente importante para la recuperación de herramientas de molienda industrial, debido a que los proyectos industriales demandan en su mayoría una molienda para afinar tolerancias. El material aglutinante residual debería ser eliminado completamente de un núcleo usado, para obtener una precisión dimensional adecuada para la molienda industrial. Por supuesto, la separación también es importante en la molienda para la construcción.

40 Muchas técnicas, tales como el derrubio y calentamiento, pueden ser usadas para separación núcleos recubiertos. Las herramientas abrasivas que emplean un aglutinante metálico se separan usualmente mediante una combinación de procesos químicos y electroquímicos. Es decir, la herramienta puede ser sumergida en un baño químico que es selectivamente corrosivo para la composición del aglutinante. Un circuito eléctrico adecuado puede ser aplicado de manera que además separe el aglutinante del núcleo mediante electrodeposición inversa.

45 Aunque importante para muchos tipos de herramientas abrasivas, la capacidad para separar el núcleo es particularmente importante en el desarrollo de aglutinantes para las denominadas herramientas de tipo "aglutinante metálico de una sola capa" ("SLMB"). Las herramientas de SLMB se fabrican básicamente mediante la aplicación de material abrasivo y una fina capa de material aglutinante a la superficie de corte del núcleo. Finalmente, un aglutinante entre el material abrasivo y el núcleo se suelda mediante tratamiento térmico del conjunto.

50 El níquel es un componente en aglutinantes tradicionales que puede ser fácilmente separado del núcleo. Sin embargo, los materiales aglutinantes que contienen níquel usualmente se sueldan a temperatura muy elevada, típicamente muy por encima de 1000°C, causando efectos adversos. En este intervalo de temperaturas, las partículas de diamante se convierten en grafito, y a menudo incluso el núcleo metálico se distorsiona. Alternativamente, los aglutinantes de níquel pueden obtenerse mediante electrodeposición. Este proceso presenta el inconveniente de que los baños de electrodeposición utilizan grandes volúmenes de material abrasivo dispersado en el líquido de deposición. Si el material abrasivo es diamante o CBN, el baño de deposición llega a ser excesivamente caro de mantener. Los aglutinantes electrodepositados tampoco se comportan tan bien como los llamados aglutinantes "activos", descritos más abajo, es decir, los aglutinantes no son tan resistentes, y los granos se remueven de la herramienta más fácilmente. Se entiende que este pobre comportamiento proviene de la falta de interacción química entre la composición del aglutinante electrodepositado y el material de grano abrasivo.

Las aleaciones de aglutinante activo, que incluyen componentes químicamente activos tales como titanio, han ganado popularidad en el campo de los aglutinantes para herramientas de SLMB. Wesgo, Inc. de Belmont, California ofrece un aglutinante basado en cobre-plata eutéctica con 4,5% en peso de titanio bajo el nombre comercial Ticusil. Aunque este producto proporciona un aglutinante de fácil separación, es relativamente caro debido al contenido de plata, y su comportamiento en servicio es moderado.

La patente US nº 5.102.621 describe una aleación de soldadura ternaria que consiste esencialmente en 0,5-10% en peso de titanio, 10-50% en peso de estaño, siendo el resto cobre. La aleación de soldadura está dirigida a formar una junta soldada entre un cuerpo de grafito o carbono y un miembro metálico, principalmente en la industria electrónica para soldar electrodos de grafito a conductores de cobre. La aleación de soldadura se preparó mezclando cantidades apropiadas de cobre, estaño y titanio, y calentando la mezcla en un crisol. Esta referencia indica que la aleación de soldadura se humedece y forma buenas uniones al grafito.

Una aleación de aglutinante de SLMB preferida presenta la composición 70 Cu/21 Sn/9 Ti (% en peso). Los tres polvos metálicos pueden ser mezclados con un aglutinante líquido para obtener una pasta. Un aglutinante formado aplicando la pasta a un núcleo de metal, depositando partículas abrasivas en la pasta, y soldando la aleación a elevada temperatura, es resistente pero, desafortunadamente, no es fácilmente separable mediante procedimientos químicos y electromecánicos. Se piensa que tales composiciones de aglutinante que contienen Cu/Sn/Ti se separan mal porque (a) las fases intermetálicas que poseen estaño en el aglutinante son resistentes a la corrosión mediante compuestos químicos disgregantes, y (b) se forma una fase intermetálica de Ti/Fe/Cu/Sn que adhiere fuertemente el aglutinante al núcleo. El estaño y el titanio son depresores del punto de fusión para la aleación, y el titanio reacciona con carbono, lo que provoca beneficiosamente que el aglutinante fundido humedezca el material abrasivo de diamante durante el proceso de soldadura. Por lo tanto, reducir simplemente la cantidad de estaño y titanio en la composición para mejorar la capacidad de separación es indeseable.

Los aglutinantes de Cu/Sn/Ti para soldadura se han fabricado tradicionalmente mezclando juntos polvos de los tres componentes individuales para obtener una mezcla uniformemente concentrada. Este procedimiento proporcionó ventajosamente al fabricante un excelente control sobre la composición de aglutinante final, porque la cantidad de cada uno de los componentes se podía ajustar por separado. Se ha descubierto que el aglutinante fabricado mediante un método de dos etapas, que implica combinar primero los componentes de cobre y estaño en una aleación de bronce y después mezclar un polvo del bronce con una cantidad apropiada de polvo de hidruro de titanio, es altamente efectivo para aglutinantes de SLMB, y es mucho más separable que los aglutinantes de Cu/Sn/Ti tradicionales.

El documento FR-A-2 298 609 describe una aleación para metalizar y soldar materiales abrasivos, aleación la cual comprende al menos uno de los siguientes metales: cobre, plata, estaño, aluminio, cadmio, cinc, titanio, cromo, zirconio, manganeso, molibdeno, wolframio, hierro, cobalto, y níquel. La aleación comprende además vanadio y/o niobio y/o tántalo y/o boro en una cantidad entre 0,001 a 80% en peso de la aleación total. Además, la aleación puede contener hasta 10% en peso, de la aleación total, de talio y/o plomo y/o antimonio y/o bismuto.

La presente invención implica el descubrimiento de que la incorporación de cierta cantidad de plata con una porción ternaria activada de cobre, estaño y titanio puede producir un aglutinante resistente, a la vez que fácilmente separable, para adherir material abrasivo a una herramienta abrasiva de núcleo metálico. De este modo, según la presente invención, se proporciona también una composición de aglutinante separable para una herramienta abrasiva que presenta un núcleo predominantemente de hierro, que consiste esencialmente en:

- (i) alrededor de 50-80% en peso de cobre;
- (ii) alrededor de 15-25% en peso de estaño;
- (iii) alrededor de 5-15% en peso de titanio; y
- (iv) alrededor de 2-150 partes en peso ("pbw") de plata por 100 pbw del total de (i)-(iii),

en la que los porcentajes en peso se basan en el total de (i)-(iii).

Todavía adicionalmente, la presente invención proporciona un método para unir un material abrasivo a una herramienta que tiene un núcleo predominantemente de hierro, que comprende las etapas de:

(1) mezclar hasta una mezcla uniforme una composición de aglutinante que consiste esencialmente en

- (i) alrededor de 50-80% en peso de cobre;
- (ii) alrededor de 15-25% en peso de estaño;
- (iii) alrededor de 5-15% en peso de titanio; y
- (iv) alrededor de 2-150 pbw de plata por 100 pbw del total de (i)-(iii),

en la que los porcentajes en peso se basan en el total de (i)-(iii); y

(2) colocar los granos abrasivos y la composición de aglutinante en una superficie de corte del núcleo; y

(3) calentar la composición de aglutinante hasta una temperatura de soldadura de como máximo alrededor de 870°C en una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno durante un tiempo efectivo para licuar una fracción principal de la composición.

5

Aún adicionalmente, se proporciona una herramienta unida metálica de una sola capa, que comprende

(a) un núcleo predominantemente de hierro; y

(b) material abrasivo unido al núcleo mediante una composición de aglutinante soldado que consiste esencialmente en

10

(i) alrededor de 50-80% en peso de cobre;

(ii) alrededor de 15-25% en peso de estaño;

(iii) alrededor de 5-15% en peso de titanio; y

(iv) alrededor de 2-150 pbw de plata por 100 pbw del total de (i)-(iii),

en la que los porcentajes en peso se basan en el total de (i)-(iii).

15

Descripción detallada

Ocasionalmente aquí, la expresión "composición de aglutinante" es usada para designar la composición de la mezcla de componentes que constituyen el aglutinante. El término "aglutinante" significa el aglutinante fundido después del calentamiento u otro tratamiento de la composición de aglutinante para fijar granos abrasivos a la herramienta. Tal como se usa aquí, la expresión "núcleo predominantemente de hierro" significa un núcleo de composición metálica en el que el hierro elemental es un componente sustancial. El núcleo predominantemente de hierro está destinado a abarcar núcleos de hierro elemental y aleaciones de hierro, tales como acero al carbono y acero inoxidable, los cuales pueden contener proporciones menores pero significantes de níquel, cromo, molibdeno, cromo, vanadio, wolframio, silicio, manganeso y mezclas de los mismos, por ejemplo.

20

Los granos que están unidos al núcleo metálico pueden ser cualquier material abrasivo granular en partículas, adecuadamente duro. Los abrasivos representativos que pueden ser utilizados en esta invención incluyen óxido de aluminio, carburo de silicio, carburo de wolframio, y similares. El óxido de aluminio comprende abrasivo de alúmina estándar, así como la llamada alfa-alúmina microcristalina de sol-gel sembrada y sin sembrar. Se da particular preferencia al uso de sustancias abrasivas muy duras, generalmente conocidas como superabrasivas. Estas incluyen diamante, nitruro de boro cúbico, y sus mezclas. De entre estos, se prefiere el diamante, principalmente para cortar materiales no ferrosos.

25

30

El ingrediente de titanio de la composición aglutinante contiene preferiblemente titanio en una forma que puede reaccionar durante la soldadura con un superabrasivo, particularmente diamante. Esta reactividad mejora la capacidad de la composición de soldadura fundida para humedecer la superficie de los granos abrasivos. Se piensa que la compatibilidad mejorada resultante entre el aglutinante y el superabrasivo promueve la resistencia de la unión adhesiva. El titanio puede ser añadido a la mezcla en forma elemental o de compuesto. El titanio elemental reacciona con agua y u oxígeno a baja temperatura para formar dióxido de titanio, y de este modo deja de estar disponible para reaccionar con el diamante durante la soldadura. Por lo tanto, la adición de titanio elemental es menos preferida cuando están presentes agua u oxígeno. El agua puede ser introducida como un constituyente o contaminante de un aglutinante líquido opcional. Si el titanio es añadido en forma de compuesto, el compuesto debe ser capaz de disociarse durante la etapa de soldadura, para permitir que el titanio reaccione con el superabrasivo. Preferentemente, el titanio es añadido al material aglutinante como hidruro de titanio, TiH<sub>2</sub>, el cual es estable hasta alrededor de 500°C. Por encima de alrededor de 500°C, el hidruro de titanio se disocia en titanio e hidrógeno.

35

40

Los componentes del aglutinante metálico son incorporados preferentemente en la composición de aglutinante en forma de polvo. Los polvos deberían tener un tamaño pequeño de partículas. Esto ayuda a producir una mezcla uniforme y una concentración homogénea en toda la composición de aglutinante, para una humectación óptima de los granos abrasivos durante la soldadura, y para el desarrollo de la máxima resistencia del aglutinante entre el núcleo y los granos. El tamaño fino de partículas también facilita la formación de una pasta de composición de aglutinante, como se explicará más abajo. Las partículas finas de dimensión máxima de alrededor de 44 µm son preferidas. El tamaño de partículas de los polvos metálicos puede determinarse filtrando las partículas a través de un tamiz de tamaño de malla específico. Por ejemplo, las partículas de un máximo de 44 µm nominal pasarán a través de un tamiz de malla estándar U.S. 325. El tamaño mínimo de las partículas metálicas no es particularmente crítico en la herramienta soldada. Generalmente está limitado por el gasto de producción de partículas ultrafinas.

45

50

La composición de aglutinante se prepara mezclando los ingredientes de polvo seco, por ejemplo, mediante un fuerte agitado, hasta que las concentraciones de componentes sean uniformes en toda la mezcla. La mezcla de polvos se puede aplicar directamente sobre la superficie de corte del núcleo de la herramienta. Preferentemente, los componentes de polvo seco se mezclan con un aglutinante líquido efímero, de viscosidad generalmente baja. El aglutinante se añade a los ingredientes en polvo en una proporción efectiva para formar una pasta viscosa y pegajosa, por ejemplo de la consistencia de una pasta dentífrica. En forma de pasta, la composición de aglutinante puede ser suministrada exactamente y debería ser adhesiva a la superficie de corte del núcleo y a los granos abrasivos. El término "efímero" significa que el aglutinante líquido tiene la capacidad de desalojar la composición de aglutinante a elevada temperatura, preferentemente por debajo de la temperatura de soldadura, y sin afectar adversamente al proceso de soldadura. El aglutinante debería ser suficientemente volátil para evaporarse sensiblemente por completo y/o pirolizarse durante la soldadura sin dejar ningún residuo que pueda interferir con la función del aglutinante. Preferentemente, el aglutinante se evaporará por debajo de alrededor de 400°C. Sin embargo, la volatilidad del aglutinante debería ser suficientemente baja de manera que la pasta permanezca fluida y pegajosa a temperatura ambiente durante un tiempo razonable ("tiempo de secado") para aplicar la composición de aglutinante y abrasivo al núcleo y preparar las herramientas para la soldadura. Preferentemente, el tiempo de secado debe ser de alrededor de 1-2 horas.

Los aglutinantes líquidos apropiados para satisfacer los parámetros de la nueva composición de aglutinante están comercialmente disponibles. Los aglutinantes representativos formadores de pasta, apropiados para uso en la presente invención, incluyen gel Braz™ de Vitta Company, y aglutinante Lucanex™ de Lucas Company. Este último es una composición patentada, y puede que sea necesario obtenerla especialmente como una pasta ya mezclada por el vendedor con componentes de la composición de aglutinante. El aglutinante se puede mezclar con los polvos mediante muchos métodos conocidos en la técnica, tal como molienda con bolas. El orden de mezclamiento de los polvos y del aglutinante líquido no es crítico.

La pasta se reviste sobre el núcleo por cualquiera de las técnicas bien conocidas en la técnica, tales como cepillado, pulverización, dosificación o inmersión de la superficie de la herramienta en la pasta. Por ejemplo, la pasta se puede aplicar sobre el núcleo con ayuda de un torno. En la fabricación de herramientas abrasivas de aglutinante metálico de una sola capa, entonces se deposita una capa de granos abrasivos sobre el revestimiento de la composición de aglutinante. Los granos abrasivos pueden colocarse individualmente o se pueden rociar de manera que incluso proporcionen una distribución sobre la superficie de corte. Los granos abrasivos se depositan en una única capa, es decir, sustancialmente, un grosor de un grano. El tamaño de las partículas de los granos abrasivos generalmente debe ser mayor que una malla 325, y preferentemente mayor que una malla de alrededor de 140.

La cantidad de pasta aplicada es efectiva para proporcionar un grosor de aglutinante específico para mantener fuertemente los granos abrasivos en el núcleo. La cantidad apropiada de pasta dependerá en cierto modo del tamaño de los granos. Preferentemente, se debe aplicar suficiente pasta para producir una profundidad de pasta de al menos igual a, y más preferentemente, alrededor de 1,7 a alrededor de 2,3 veces la dimensión nominal máxima de los granos abrasivos. Por ejemplo, la dimensión nominal máxima de un polvo de malla 140 es 76 µm. Los granos y los componentes de la composición de aglutinante en polvo se pueden aplicar alternativamente depositando primero los granos abrasivos revestidos de adhesivo directamente sobre el núcleo metálico, cubriendo después los granos con la mezcla de polvos metálicos. El polvo metálico puede incluir opcionalmente un aglutinante líquido efímero. Las partículas de tamaño de partículas muy pequeño se pueden colocar usualmente sobre el núcleo cargado de granos sin un componente de aglutinante.

La composición de aglutinante de partículas de polvo mixtas, y opcionalmente un aglutinante líquido, se densificará con la soldadura, como se describirá más adelante. Un experto en la técnica será capaz de determinar la cantidad de polvo seco o pasta a aplicar al núcleo para producir el grosor deseado del aglutinante soldado.

El aglutinante de acuerdo con la presente invención se obtiene mediante un proceso de soldadura que implica calentar la mezcla de polvo o pasta en última instancia hasta una temperatura de soldadura elevada a la cual licua una fracción principal de componentes sólidos y forma una disolución líquida que fluye sobre la superficie de corte de la herramienta. En el estado líquido, los metales aglutinantes humedecen ventajosamente muy bien la superficie de los granos abrasivos. La buena capacidad de humectación se atribuye en gran parte a la presencia del titanio, que es superficialmente activo con los materiales abrasivos, especialmente diamante superabrasivo y CBN.

También es importante proporcionar un alto grado beneficioso de separabilidad del aglutinante, ya que el cobre y el estaño se combinan como un único componente pre-aleado antes de la soldadura. Si el cobre y el estaño se suministran como componentes independientes, se esperará que el estaño licue primero a su baja temperatura de fusión de 232°C, mientras que el cobre y el titanio permanecen sólidos. Una vez liberado como un líquido, el estaño formará una fase intermetálica con el hierro del núcleo, que debilita el aglutinante final y es más difícil de eliminar mediante procedimientos de separación químicos o eléctricos. El intermetálico que contiene estaño debilita el aglutinante, formando un componente adicional discontinuo en el aglutinante. También reacciona con titanio, que consume una parte del titanio disponible en la composición del aglutinante, dejando de ese modo menos titanio para favorecer la humectación de los granos abrasivos.

También se ha observado que la disolución líquida de la composición de aglutinante en polvo de cobre/estaño pre-aleados más titanio o hidruro de titanio fluye sobre el núcleo y los granos más suavemente, uniformemente y consistentemente, es *decir*, sin manchas ni irregularidades morfológicas, que de otra manera. Todavía más, la composición de aglutinante de la presente invención licua a una temperatura ligeramente más baja que una mezcla de polvo ternaria. Esto permite que el proceso de soldadura se realice de forma más fría, lo cual preserva mejor la integridad del núcleo y los granos, y también ahorra energía.

La temperatura de soldadura de las composiciones de aglutinante de cobre/estaño/titanio de acuerdo con la presente invención puede ser tan elevada como alrededor de 880°C, que es cercana a la temperatura de soldadura de las mezclas de polvo ternario. Sin embargo, el binario de cobre/estaño pre-aleado y titanio puede soldarse eficazmente por debajo de alrededor de 870°C, preferentemente entre 850 y 870°C, y más preferentemente a alrededor de 865°C. Cuando el componente de titanio se incorpora en la composición de aglutinante como hidruro de titanio, el calentamiento a la temperatura de soldadura debe ser programado a una velocidad apropiada para permitir que el hidruro se disocie totalmente antes de alcanzar la temperatura de soldadura. Además, el aglutinante efímero, si hay alguno presente, también dejará la composición de aglutinante durante las etapas de calentamiento. El aglutinante puede desalojar la composición de aglutinante por diferentes mecanismos. Las fracciones de elevada volatilidad pueden vaporizarse a menores temperaturas, y las fracciones de baja volatilidad pueden pirolizarse a medida que la temperatura se aproxima a la temperatura de soldadura.

La atmósfera del proceso de soldadura debe estar controlada para eliminar el oxígeno que puede reaccionar con los metales presentes. El control puede llevarse a cabo soldando a vacío, o en un ambiente purgado con gas inerte preferiblemente efectivo para mantener la concentración de oxígeno por debajo de alrededor de 100 partes por millón (ppm). La soldadura debe ser mantenida a una temperatura y durante un tiempo suficiente para fundir una fracción principal del aglutinante cuaternario y humedecer considerablemente la superficie de los granos, particularmente cuando se utiliza un superabrasivo. La presente invención proporciona una unión fuerte, duradera y de otro modo efectiva en una herramienta de SLMB con una propiedad de separación enormemente mejorada obtenida a partir de una composición de cobre, estaño, titanio y plata. Aunque no se desea estar limitados por una teoría particular, se ha encontrado que la plata es un metal fácil de separar de un aglutinante soldado a un sustrato que contiene hierro. El estaño es el más difícil de separar de entre cobre, estaño y titanio por cuanto, durante la soldadura, el estaño tiende a formar intermetálicos que se adhieren al sustrato y son más resistentes a la eliminación mediante separación electroquímica. Se ha descubierto que la adición de plata a la terna de cobre, estaño y titanio produce un aglutinante abrasivo resistente, a la vez que sustituye parte del estaño por plata. De este modo, se puede mejorar la capacidad de separación sin sacrificar la resistencia de la unión.

La composición de aglutinante cuaternaria proporciona ventajosamente el beneficio adicional de que los cuatro componentes se pueden incorporar en la composición de aglutinante individualmente en forma de polvo. Esto es, los polvos de cobre, estaño, titanio (preferiblemente hidruro de titanio) y plata se pueden mezclar para obtener la composición de aglutinante. De este modo, el fabricante tiene una gran flexibilidad para producir fácilmente cualquier concentración deseada de los cuatro componentes ajustando individualmente la proporción de cada metal en la mezcla.

Aunque los cuatro componentes se pueden mezclar como polvos separados, preferiblemente la composición de aglutinante se puede producir a partir de pre-aleaciones de dos o más componentes y polvos individuales. Por ejemplo, la composición de aglutinante de esta invención se puede obtener a partir de mezclas de pre-aleación de Cu/Sn y Ag y TiH<sub>2</sub>; pre-aleación de Cu/Sn/Ag, pre-aleación de Cu/Sn y TiH<sub>2</sub>; y pre-aleación de Ag/Cu, pre-aleación de Cu/Sn y TiH<sub>2</sub>. Lo más preferente, la composición de aglutinante se obtiene a partir de una única pre-aleación cuaternaria de componentes Cu/Sn/Ti/Ag.

El cobre, estaño y titanio empleados como la composición de aglutinante cuaternaria son sustancialmente como se describe previamente. Como se ha mencionado, la plata se puede incluir pura o en una pre-aleación con otros componentes. Preferiblemente, todos los componentes metálicos, ya sean puros o pre-aleados, se incorporan en la composición de aglutinante como polvos, y los tamaños de partículas de los polvos son similares para facilitar la preparación de una mezcla uniformemente concentrada. Se da preferencia a un tamaño de partículas menor que 44 μm, esto es, la fracción principal de todos los polvos pasa a través de un tamiz de malla 325.

La concentración de componentes en la nueva composición se define a veces beneficiosamente en términos de una mezcla uniforme de dos porciones, siendo la primera una porción ternaria de cobre, estaño y titanio, y siendo la otra plata. La porción ternaria consiste preferiblemente de forma esencial en alrededor de 50-80% en peso de cobre; alrededor de 15-25% en peso de estaño; y alrededor de 5-15% en peso de titanio; y más preferiblemente alrededor de 65-75% en peso de cobre; alrededor de 18-22% en peso de estaño; y alrededor de 5-15% en peso de titanio, en el que los porcentajes en peso señalados se basan en el subtotal de los componentes de Cu, Sn y Ti. Preferiblemente, la porción de plata debería estar presente en una cantidad de alrededor de 5-135 partes en peso ("pbw") por 100 pbw de la porción ternaria.

La capacidad para separar el aglutinante de un núcleo de acero mejora al aumentar el contenido de plata hasta alrededor de 50 pbw por cien pbw de porción ternaria. Por encima de 50 pbw, la capacidad para la separación y la resistencia de la unión se mantienen, pero el desgaste del aglutinante se puede deteriorar debido al contenido

5 enriquecido de plata. El coste del aglutinante también aumenta significativamente. Por encima de 150 pbw por cien, el aglutinante pierde resistencia por cuanto los granos abrasivos tienden a desalojarse prematuramente durante la molienda. También se ha observado que el porcentaje en peso excesivo de titanio en la porción ternaria puede provocar que la composición de aglutinante se sude a un aglutinante débil, de manera que los granos abrasivos se desalojan fácilmente.

La composición de aglutinante se puede aplicar en forma seca o mezclada con un aglutinante líquido para la aplicación como una pasta. El componente de aglutinante opcional es sensiblemente como se describe anteriormente. El proceso para obtener una herramienta unida de composición cuaternaria es comparable al método para obtener una herramienta unida de composición ternaria.

10 Esta invención se ilustra ahora mediante ejemplos de ciertas realizaciones representativas del mismo, en la que todas las partes, proporciones y porcentajes están en peso a menos que se indique lo contrario. Todas las unidades de peso y medidas no obtenidas originalmente en unidades SI han sido convertidas a unidades SI.

**Ejemplos**

**Ejemplos 1-11**

15 Diversas aleaciones de cobre, estaño y plata y polvos de hidruro de titanio se mezclan hasta unas mezclas uniformes descritas más abajo en la Tabla I como Ej. 2-11. El Ejemplo 1 no presenta plata. El aglutinante Braz™ se agitó en las mezclas de polvo para obtener pastas suaves y homogéneas de 25% en peso de contenido de aglutinante. Las cantidades correspondientes de los polvos de hidruro metálico separados se muestran en la Tabla II, aquí más abajo.

20

Tabla I

	Cu <sup>1</sup>	Sn <sup>1</sup>	Ti <sup>1</sup>	Ag <sup>1</sup>	Temp de soldadura °C
Ej. 1	70,90	21,2 (21,2) <sup>2</sup>	7,9	-	865,00
Ej. 2	71,80	21,3 (20,3)	7,5	4,90	865,00
Ej. 3	71,40	21,6 (19,6)	6,90	10,30	855,00
Ej. 4	72,90	19,6 (16,6)	7,40	18,40	855,00
Ej. 5	73,20	19,0 (15,3)	7,80	23,90	855,00
Ej. 6	70,80	21,4 (17,4)	7,70	23,10	855,00
Ej. 7	70,0	21,8 (14,6)	8,20	49,40	775,00
Ej. 8	70,0	21,8 (14,6)	8,20	49,40	820,00
Ej. 9	66,70	21,8 (10,5)	11,40	108,00	780,00
Ej. 10	66,70	21,8 (10,5)	11,40	108,00	820,00
Ej. 11	65,50	21,8 (9,4)	12,70	131,00	820,00

<sup>1</sup> partes en epso por 100 partes en peso total de Cu + Sn + Ti

<sup>2</sup> valor en ( ) es el % en peso de Sn en la composición de aglutinante de Cu/Sn/Ti/Ag total.

25 <sup>3</sup> “Lento” la mayoría del aglutinante permaneció y el diamante se mantuvo firmemente al final del período de separación. Fue necesaria la eliminación mecánica del residuo (lavado con chorro de arena) para limpiar la placa. “Moderado” la mayoría del diamante se eliminó o se perdió sustancialmente al final del período de separación. Fue necesario un ligero lavado con chorro de arena para eliminar de la placa el aglutinante residual. “Rápido” el diamante y el aglutinante se eliminaron completamente al final del período de separación, y no se necesitó ningún lavado con chorro de arena.

30 Cada pasta se aplicó a substratos de ensayo separados según lo siguiente: una lámina perforada de acero inoxidable de 0,25 mm de grosor se sujetó firmemente en el lugar sobre una placa de acero lisa y limpia, de aproximadamente 20 cm<sup>2</sup> de superficie y 1,6 mm de grosor. La pasta se depositó sobre la superficie expuesta de la lámina perforada, y se forzó dentro de las cavidades de la perforación con una espátula de caucho duro. Unos diamantes de tamaño de malla estándar US de alrededor de 80 a 100 (alrededor de 0,12-0,18 mm) son después espolvoreados sobre la placa cubierta con la lámina. La lámina se retiró cuidadosamente, dejando granos de

diamante pegados en puntos situados discretamente de pasta en la placa. El diamante en exceso se eliminó invirtiendo la placa.

5 Las placas se calientan a alrededor de 10°C por minuto a temperaturas de soldadura al vacío de menos de 0,133 Pa (<10<sup>-3</sup> Torr), y después se dejaron enfriar, fijando de ese modo el diamante a las placas. Las placas se examinaron visualmente en busca de uniformidad de la formación del aglutinante, y las partículas se sondaron manualmente para la evaluación cualitativa de la resistencia del aglutinante. Las placas se sumergieron en un baño de separación electroquímico que contiene un agente de separación Enstrip 5000 de pH bajo, de Enthone Co., y se separaron eléctricamente con una corriente de 0,108 amp/cm<sup>2</sup> durante alrededor de 8 horas según sea necesario para separar el aglutinante de las placas. La temperatura del baño de separación no se controló de forma precisa en el intervalo de alrededor de 28-40°C. Ocasionalmente durante la separación se añadió un electrolito de ácido al baño de deposición, para mantener un pH bajo. Se realizó una evaluación visual del estado de la superficie de la placa después de la separación electroquímica. Si queda aglutinante, las placas se lavan con chorro de arena y se anota el grado de lavado con chorro de arena requerido para devolver la superficie a un estado libre de aglutinante.

15 En cada uno de los Ejemplos 2-11, los granos de diamante están firmemente unidos a la placa. Sumérganse las placas en un baño de separación metálica electroquímica durante 8 horas a hasta alrededor de 40°C. Retírense las placas del baño y séquense. La capacidad de separación electroquímica y de lavado mediante chorro de arena es mejor que la requerida para la composición de aglutinante de la mezcla de polvo de cobre, estaño, titanio. Esto es, no se necesitan ciclos repetidos electroquímicos y de lavado con chorro de arena para limpiar las placas.

Tabla II

20 Polvos de hidruros metálicos

	Ag	Cu	Sn	Ti
	g	g	g	G
Ej. 2	5,0	73,10	21,90	8,0
Ej. 3	10,0	69,20	20,80	7,0
Ej. 4	16,6	65,70	17,70	7,0
Ej. 5	20,6	63,0	16,40	7,0
Ej. 6	20,0	61,30	18,70	7,0
Ej. 7	35,0	49,60	15,40	6,0
Ej. 8	35,0	49,60	15,40	6,0
Ej. 9	55,0	33,90	11,10	6,0
Ej. 10	55,0	33,90	11,10	6,0
Ej. 11	60,0	30,0	10,0	6,0

### Ejemplo 12

25 Combínense polvos de 20,0 g de plata, 61,3 g de cobre, 18,7 g de estaño y 7,0 g de hidruro de titanio, de tamaños de partículas menores que 44 mm, para formar una mezcla de polvo uniforme. Cárguese la mezcla en un crisol, y caliéntese la mezcla a vacío de menos de 0,133 Pa de presión para fundir los componentes en una aleación, y enfríense después. Pulverícese la aleación hasta partículas más pequeñas que 44 mm. Añádase aglutinante Braz™ para formar una pasta con un contenido de aglutinante de 25% en peso, y mézclese la pasta de la aleación hasta homogeneidad.

30 Aplíquese la plasta en una capa delgada al borde de un núcleo de rueda abrasiva de acero de 10 cm de diámetro limpio. Pulverícese granos de diamante sobre la plasta húmeda, y elimínense por agitación los granos en exceso. Caliéntese la rueda abrasiva en un horno en atmósfera de vacío por debajo de una presión de 0,133 Pa, a una velocidad de 10°C por minuto, hasta una temperatura de 865°C, y manténgase la soldadura a esta temperatura durante 30 minutos. Enfríese la rueda hasta la temperatura ambiente para obtener granos de diamante unidos firmemente al núcleo.

35 Suspéndase la rueda desde un electrodo en un baño de extracción electroquímico a temperatura ambiente, y aplíquese una corriente eléctrica de 0,108 amp/cm<sup>2</sup>. Después de 8 horas, retírese, y después limpie y seque la rueda



separada. La superficie unida de la rueda está casi completamente libre de aglutinante residual y material abrasivo. Lávese muy suavemente con chorro de arena la superficie de la rueda, para eliminar todo el aglutinante residual.

5 Estos ejemplos muestran que los nuevos aglutinantes son capaces de proporcionar un comportamiento de molienda muy bueno. Las nuevas composiciones de aglutinante proporcionan unas combinaciones de resistencia, capacidad de corte y facilidad de separación superiores para la recuperación de herramientas abrasivas gastadas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición de aglutinante separable para unir material abrasivo a una herramienta abrasiva que presenta un núcleo predominantemente de hierro, que consiste esencialmente en:
- (i) alrededor de 50-80% en peso de cobre;
  - 5 (ii) alrededor de 15-25% en peso de estaño;
  - (iii) alrededor de 5-15% en peso de titanio; y
  - (iv) alrededor de 2-150 pbw de plata por 100 pbw del total de (i)-(iii),
- en la que los porcentajes en peso se basan en el total de (i)-(iii).
- 10 2. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 1, en la que el componente de titanio es hidruro de titanio.
3. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 2, en la que la composición de aglutinante consiste además esencialmente en un aglutinante efímero, mezclado homogéneamente con los componentes del polvo en una cantidad efectiva para formar una pasta.
- 15 4. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 2, en la que la composición de aglutinante es una mezcla de polvos de cobre, estaño, hidruro de titanio y plata.
5. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 3, en la que la composición de aglutinante comprende al menos dos de cobre, estaño, titanio y plata como un polvo pre-aleado.
6. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 5, en la que la composición de aglutinante comprende cobre y estaño como un polvo pre-aleado.
- 20 7. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 5, en la que la composición de aglutinante comprende cobre, estaño y plata como un polvo pre-aleado.
8. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 5, en la que la composición de aglutinante comprende cobre y plata como un polvo pre-aleado.
- 25 9. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 5, en la que la composición de aglutinante comprende cobre, estaño, titanio y plata como un polvo pre-aleado.
10. La composición de aglutinante separable de la reivindicación 2, en la que el componente (i) es alrededor de 65-75% en peso, el componente (ii) alrededor de 18-22% en peso, y el componente (iv) es alrededor de 5-135 pbw por 100 pbw del total de (i)-(iii).
- 30 11. Un método para unir un material abrasivo a una herramienta que tiene un núcleo predominantemente de hierro, que comprende las etapas de:
- (1) mezclar hasta una mezcla uniforme una composición de aglutinante que consiste esencialmente en
    - (i) alrededor de 50-80% en peso de cobre;
    - (ii) alrededor de 15-25% en peso de estaño;
    - (iii) alrededor de 5-15% en peso de titanio; y
    - 35 (iv) alrededor de 2-150 pbw de plata por 100 pbw del total de (i)-(iii),
- en la que los porcentajes en peso se basan en el total de (i)-(iii); y
- (2) colocar los granos abrasivos y la composición de aglutinante en una superficie de corte del núcleo; y
  - (3) calentar la composición de aglutinante hasta una temperatura de soldadura de como máximo alrededor de 870°C en una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno durante un tiempo efectivo para licuar una fracción principal de la composición.
- 40 12. El método de la reivindicación 11, en el que la etapa de colocación incluye mezclar una cantidad efectiva de aglutinante líquido efímero en la composición aglutinante para formar una pasta; revestir la superficie de corte con una capa de la pasta; y depositar granos abrasivos en la pasta; y que comprende además la etapa de hacer que el aglutinante efímero abandone la pasta antes de licuar completamente la composición de aglutinante.

13. El método de la reivindicación 11, en el que la etapa de colocación incluye depositar granos revestidos con adhesivo sobre la superficie de corte, cubriendo después los granos con la composición de aglutinante.
- 5 14. El método de la reivindicación 11, en el que el titanio está presente en la composición de aglutinante como hidruro de titanio, y en el que después de la etapa de colocación, el método comprende además la etapa de calentar la composición de aglutinante hasta una temperatura elevada, por debajo de la temperatura de soldadura, efectiva para hacer que el hidruro de titanio se disocie a titanio elemental.
15. El método de la reivindicación 14, en el que la composición de aglutinante es una mezcla de polvos de cobre, estaño, hidruro de titanio y plata.
- 10 16. El método de la reivindicación 14, en el que la composición de aglutinante comprende al menos dos de cobre, estaño, titanio y plata como un polvo pre-aleado.
17. El método de la reivindicación 16, en el que la composición de aglutinante comprende cobre y estaño como un polvo pre-aleado.
18. El método de la reivindicación 16, en el que la composición de aglutinante comprende cobre, estaño y plata como un polvo pre-aleado.
- 15 19. El método de la reivindicación 16, en el que la composición de aglutinante comprende plata y cobre como un polvo pre-aleado.
20. El método de la reivindicación 16, en el que la composición de aglutinante comprende cobre, estaño, titanio y plata como polvo pre-aleado.
- 20 21. El método de la reivindicación 11, en el que la temperatura de soldadura está en el intervalo de alrededor de 820-865°C.
22. El método de la reivindicación 11, en el que los granos abrasivos son un superabrasivo seleccionado del grupo que consiste en diamante, nitruro de boro cúbico, y una mezcla de los mismos.
23. El método de la reivindicación 22, en el que el componente (i) es alrededor de 65-75% en peso, el componente (ii) alrededor de 18-22% en peso, y el componente (iv) es alrededor de 5-135 pbw por 100 pbw del total de (i)-(iii).
- 25 24. Una herramienta unida metálica de una sola capa, que comprende
- (a) un núcleo predominantemente de hierro; y
- (b) material abrasivo unido al núcleo mediante una composición de aglutinante soldado que consiste esencialmente en
- (i) alrededor de 50-80% en peso de cobre;
- 30 (ii) alrededor de 15-25% en peso de estaño;
- (iii) alrededor de 5-15% en peso de titanio; y
- (iv) alrededor de 2-150 pbw de plata por 100 pbw del total de (i)-(iii),
- en la que los porcentajes en peso se basan en el total de (i)-(iii).
- 35 25. La herramienta unida metálica de una sola capa de la reivindicación 24, en la que la composición de aglutinante consiste esencialmente en una mezcla de polvos de cobre, estaño, hidruro de titanio y plata.
26. La herramienta unida metálica de una sola capa de la reivindicación 24, en la que la composición de aglutinante comprende al menos dos de cobre, estaño, titanio y plata como un polvo pre-aleado.
27. La herramienta unida metálica de una sola capa de la reivindicación 24, en la que la composición de aglutinante comprende cobre y estaño como un polvo pre-aleado.
- 40 28. La herramienta unida metálica de una sola capa de la reivindicación 24, en la que la composición de aglutinante comprende cobre, estaño y plata como un polvo pre-aleado.
29. La herramienta unida metálica de una sola capa de la reivindicación 24, en la que la composición de aglutinante comprende cobre y plata como un polvo pre-aleado.
- 45 30. La herramienta unida metálica de una sola capa de la reivindicación 24, en la que la composición de aglutinante comprende cobre, estaño, titanio y plata como polvo pre-aleado.

31. La herramienta unida metálica de una sola capa de la reivindicación 24, en la que el componente (i) es alrededor de 65-75% en peso, el componente (ii) alrededor de 18-22% en peso, y el componente (iv) es alrededor de 5-135 pbw por 100 pbw del total de (i)-(iii).