



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 502**

51 Int. Cl.:

B23P 15/28 (2006.01)

B23B 27/18 (2006.01)

B23K 31/02 (2006.01)

C23C 16/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04754560 .3**

96 Fecha de presentación : **07.06.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1633523**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.03.2006**

54 Título: **Útil de corte revestido con pieza elemental superdura soldada.**

30 Prioridad: **17.06.2003 US 463379**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.02.2011

73 Titular/es: **KENNAMETAL Inc.**
P.O. Box 231, 1600 Technology Way
Latrobe, Pennsylvania 15650-0231, US

72 Inventor/es: **Oles, Edward, J.;**
Alexander, William, M. IV;
Gates, Alfred, S., Jr.;
Reiner, Kent, R. y
Genain, Jean-Pierre

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 352 502 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

ÚTIL DE CORTE REVESTIDO CON PIEZA ELEMENTAL SUPERDURA SOLDADA

ANTECEDENTES DEL INVENTO

El presente invento se refiere a un útil de corte revestido que utiliza una pieza elemental superdura. Más específicamente, el presente invento pertenece a un útil de corte revestido que hace uso, por ejemplo, de una pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino soldada.

Hasta ahora, se han conocido útiles de corte revestidos que utilizan una pieza elemental superdura como elemento de corte que proporciona un filo. Estos útiles de corte comprenden un cuerpo de útil de corte que contiene una muesca o cavidad. La pieza elemental superdura se suelda en la muesca o cavidad utilizando una aleación de soldadura de manera que se forme una unión soldada entre la pieza elemental superdura y el cuerpo del útil de corte.

En una alternativa, la pieza elemental superdura comprende un soporte (por ejemplo, de carburo de wolframio cementado con cobalto) sobre el cual hay una capa de material superduro (por ejemplo, nitruro de boro cúbico policristalino). Como otra alternativa, la pieza elemental está constituida en su totalidad por material superduro. Durante el proceso de eliminación de material, la capa superdura (o material superduro) define un filo que entra en contacto con el material de la pieza de trabajo para eliminar material de la pieza de trabajo con el fin de funcionar como elemento de corte.

Durante la operación de eliminación de material, se genera calor (y, algunas veces, un calor considerable) en el punto de contacto entre el filo del material superduro y el material de la pieza de trabajo. Este es el caso, especialmente, cuando el material de la pieza de trabajo es duro tal como, por ejemplo, un acero para herramientas D3. Un material de esta clase tiene una dureza del orden de 60 Rockwell C (AISI D3), pudiendo estar comprendida la dureza tras temple entre unos 64 y unos 66 Rockwell C y estando comprendida la dureza tras revenido entre unos 54 y unos 61 Rockwell C.

Debido a la generación de un calor excesivo, el uso de útiles de corte revestidos con una pieza elemental superdura soldada tropieza con el inconveniente de que la pieza elemental superdura se desuelda del cuerpo del útil de corte. Dicho de otro modo, el calor generado en el punto de contacto entre la pieza elemental superdura y el material de la pieza de trabajo pasa a través de la pieza elemental superdura haciendo que la temperatura en la unión soldada llegue a un valor tal que la aleación de soldadura se funde (o se reblandece), reduciéndose, por tanto, la resistencia a la cizalladura de la unión soldada. La disminución de la resistencia a la cizalladura de la unión soldada debilita ésta de forma que las fuerzas de corte ejercidas sobre la pieza elemental superdura pueden hacer que ésta se separe del cuerpo del útil de corte.

Los procesos de corte en seco, tales como para la eliminación de material por mecanización de materiales compuestos de carbono:carbono, materiales polímeros reforzados contra la abrasión, y diversos tipos de materiales de madera mediante el uso de útiles de corte que emplean una pieza elemental superdura soldada, también pueden generar temperaturas de corte más elevadas. Como se ha mencionado anteriormente, estas mayores temperaturas de corte tienen como consecuencia una temperatura más alta en la unión soldada. Estas temperaturas más altas de la unión soldada pueden dar como resultado el reblandecimiento o la fusión de la aleación de soldadura, reduciendo por tanto la resistencia a la cizalladura de modo que la pieza elemental superdura llegue a separarse o desunirse del cuerpo del útil de corte bajo la influencia de las fuerzas de corte ejercidas sobre la pieza elemental superdura.

El grado de las fuerzas de corte ejercidas sobre los útiles de corte teniendo en cuenta la temperatura de corte, la temperatura en la unión soldada, la temperatura de liquidus (temperatura mínima a la que la aleación de soldadura está completamente en estado líquido) de la aleación de soldadura y la resistencia a la cizalladura de la aleación de soldadura parecen influir sobre la capacidad de la pieza elemental superdura para ser retenida en la cavidad del útil de corte durante la operación de eliminación de material. Cuando la temperatura en la unión soldada llega a un cierto valor, se inicia una reducción de la resistencia a la cizalladura de la unión soldada. Cuando la resistencia a la cizalladura de la unión soldada es inferior a la necesaria para mantener su integridad en contra de las fuerzas de corte ejercidas sobre la pieza elemental superdura, la pieza elemental superdura llega a separarse del cuerpo del útil de corte. Como puede apreciarse, la prematura (o catastrófica) separación o desunión de la pieza elemental superdura del cuerpo del útil de corte, es un resultado indeseable.

El documento SU 1144800 A describe un miembro de broca giratoria que tiene un ánima cilíndrica con una inserción cilíndrica fabricada de un material sintético policristalino superduro. Para taladrar aceros para la construcción, la broca es de un acero para alta velocidad con una inserción policristalina dura, cilíndrica, de nitruro de boro retenida en su sitio mediante soldadura con cobre-titanio. Para conseguir una mayor duración, se aplica, mediante condensación iónica en vacío, un revestimiento de nitruro de zirconio, de molibdeno o de titanio a la sección de corte del miembro de broca.

El documento EP 0 474 092 A2 pertenece a una broca giratoria o pieza elemental que tiene una ranura en su cabeza, cuya ranura tiene soldado en ella con aleación de soldadura una pieza compacta, no soportada, de nitruro de boro cúbico (CBN) o diamante policristalino térmicamente estable. La aleación de soldadura tiene una temperatura de liquidus superior a 700°C. Ejemplos específicos de la aleación de soldadura incluyen aleaciones a base de oro constituidas por oro (18% a 39,5%), níquel (3,5% a 14,5%), paladio (2,5% a 10,5%), manganeso (7,5% a 9,0%) y cobre (el resto), la mayoría de las cuales tienen una temperatura de liquidus comprendida entre 900°C y 1000°C.

Sería, por tanto, deseable proporcionar un útil de corte revestido que utilice una pieza elemental superdura soldada como elemento de corte que presente un filo en el que la unión soldada entre el cuerpo del útil de corte y la pieza elemental superdura sea capaz de soportar el calor generado durante la operación de eliminación de material.

Sería deseable, asimismo, proporcionar un útil de corte revestido que utilice una pieza elemental superdura soldada como elemento de corte que presente un filo, en el que la unión soldada entre el cuerpo del útil de corte y la pieza elemental superdura sea capaz de soportar el calor generado durante la operación de eliminación de material, merced al uso de aleaciones de soldadura que mantengan una resistencia a la cizalladura adecuada a las temperaturas que se alcanzan en la unión soldada durante la operación de eliminación de material (es decir, aleaciones de soldadura para alta temperatura) con el fin de mantener la integridad de la unión soldada.

Sería deseable, además, proporcionar un útil de corte revestido que utilice una pieza elemental superdura soldada como elemento de corte que presente un filo en el que la unión soldada entre el cuerpo del útil de corte y la pieza elemental superdura sea capaz de soportar el calor generado durante la operación de eliminación de material merced al uso de aleaciones de soldadura para alta temperatura junto con la geometría y el diseño de la pieza elemental superdura con el fin de reducir la exposición de la unión soldada a temperaturas excesivas de forma que se mantenga la integridad de la unión soldada durante la operación de eliminación de material.

Finalmente, sería deseable proporcionar un útil de corte revestido que utilice una pieza elemental superdura soldada como elemento de corte que presente un filo en el que la unión soldada entre el cuerpo del útil de corte y la pieza elemental superdura sea capaz de soportar el calor generado durante la operación de eliminación de material merced al uso de aleaciones de soldadura para alta temperatura así como esquemas de revestimiento que ayuden a proteger la unión soldada de la exposición a temperaturas excesivas.

SUMARIO DEL INVENTO

En una forma del mismo, el invento consiste en un útil de corte revestido de acuerdo con la reivindicación 1.

En una realización preferida, la aleación de soldadura tiene una temperatura de liquidus de, al menos, unos 900 grados centígrados, cuya aleación de soldadura se selecciona del grupo que comprende una aleación de níquel-oro para soldadura que contiene níquel y oro, una aleación de cobre-oro para soldadura que contiene cobre y oro, y una aleación de plata-paladio para soldadura que contiene plata y paladio.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Lo que sigue es una breve descripción de los dibujos que forman parte de esta solicitud de patente:

la fig. 1 es una vista isométrica de una realización de un útil de corte revestido que comprende un cuerpo con una cavidad (o una muesca) y una pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino soldada en la cavidad, cuya pieza elemental está constituida, en su totalidad, por nitruro de boro cúbico policristalino;

la fig. 2 es una vista en sección transversal del útil de corte revestido de la fig. 1, dada por la línea de sección 2-2 de la fig. 1;

la fig. 3 es una vista isométrica de otra realización de un útil de corte revestido (por ejemplo, un útil de roscar) que contiene una cavidad y una pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino soldada en la cavidad, cuya pieza elemental comprende una capa de nitruro de boro cúbico policristalino unida a una capa de carburo de wolframio cementado con cobalto, y el revestimiento es un revestimiento multicapa;

la fig. 4 es una vista en sección transversal del útil de corte revestido de la fig. 3 dada por la línea de sección 4-4 de la fig. 3, que muestra, entre otras cosas, las múltiples capas del esquema de revestimiento y la unión soldada;

la fig. 5A es una vista esquemática lateral del útil de roscar revestido de la fig. 4, que muestra los gradientes térmicos que se producirían en él durante una operación de eliminación de material;

la fig. 5 es una vista esquemática desde arriba de parte de un útil de roscar revestido que muestra dimensiones seleccionadas de la pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino;

la fig. 6 es una vista esquemática lateral del útil de corte revestido de la fig. 5, que muestra dimensiones seleccionadas de la pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino;

la fig. 7 es una vista en sección transversal de un útil de corte revestido, comparativo, en el que el cuerpo del útil de corte contiene una cavidad y una pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino está soldada en la cavidad, cuya pieza elemental está constituida, en su totalidad, por nitruro de boro cúbico policristalino y el revestimiento es un revestimiento multicapa;

5 la fig. 8 es una vista isométrica de un útil de ranurado revestido en el que la geometría del útil tiene un diseño TOP NOTCH® (TOP NOTCH® es una marca registrada de Kennametal Inc.); y

la fig. 9 es una vista isométrica de un útil de roscado revestido en el que la geometría del útil tiene un diseño TOP NOTCH® (TOP NOTCH® es una marca registrada de Kennametal Inc.).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

10 Haciendo referencia a los dibujos, las Figs. 1 y 2 ilustran una realización del útil de corte revestido designado, en general, como útil de corte 20. El útil de corte 20 tiene un cuerpo 22 que contiene una muesca o cavidad 24. El cuerpo 22 puede estar hecho de varios materiales, pero un material preferido es el carburo de wolframio cementado con cobalto, en el que el cobalto comprende aproximadamente el 6 por ciento en peso del carburo de wolframio cementado y el carburo de wolframio comprende, aproximadamente, el 94 por ciento en peso del carburo de wolframio cementado. 15 La muesca 24 está situada en una esquina del cuerpo 22, pero debe apreciarse que la muesca podría encontrarse en esquinas opuestas o en las cuatro esquinas del cuerpo 22.

Una pieza elemental 25 de nitruro de boro cúbico policristalino (PcBN) está soldada al cuerpo 22 dentro de la muesca 24. La pieza elemental 25 de PcBN comprende un soporte 26 de carburo sobre el que hay una capa 27 de nitruro de boro cúbico policristalino. Aunque en lo que sigue se establecerán composiciones específicas de PcBN, la 20 inserción de PcBN típica consiste en una mezcla de nitruro de boro cúbico y otro material tal como, por ejemplo, carburo de titanio o algún otro material aglutinante adecuado. Una unión soldada 28 forma la unión entre el cuerpo 22 y la pieza elemental 25 de PcBN. En lo que sigue se describirán aleaciones de soldadura específicas. La aleación de soldadura preferida para esta aplicación es una aleación de soldadura para alta temperatura en la que la temperatura de liquidus (es decir, la temperatura mínima a la que la aleación es completamente líquida) es de, al menos, unos 900 grados 25 centígrados y de forma aún más preferible, la temperatura de liquidus es de, al menos, unos 1000 grados centígrados. Aleaciones de soldadura tales como las enumeradas en la Tabla 1 son aleaciones de soldadura para alta temperatura útiles.

El útil de corte tiene un revestimiento 30 aplicado a él. El revestimiento se muestra, también como una sola capa. Sin embargo, es típico que el revestimiento pueda comprender más de una capa, como resultará evidente a partir 30 de los esquemas de revestimiento específicos descritos más adelante.

Haciendo referencia a las figs. 3 y 4, en ellas se muestra otra realización de un útil de corte revestido, designado en general con 40. El útil de corte 40 es un ejemplo de útil para roscar. El útil de corte 40 incluye un cuerpo 42 que contiene una cavidad 44 y una abertura 45. Como se ha expuesto en lo que antecede con respecto al cuerpo 22 del útil de corte 20, el cuerpo 42 puede estar hecho de diversos materiales incluyendo carburo de wolframio cementado con cobalto. Una pieza elemental 46 de nitruro de boro cúbico policristalino está soldada dentro de la cavidad 44. La 35 pieza elemental 46 de PcBN comprende una capa 48 de PcBN y un soporte 50 de carburo de wolframio cementado con cobalto. La capa 48 de PcBN está fijada al soporte 50. La pieza elemental 46 de PcBN tiene una superficie de despulla 52 y superficies de flanco 54, cuya superficie de despulla 52 y cuyas superficies de flanco 54 se cortan para formar un filo 56. Al igual que para el útil de corte 20 de las figs. 1 y 2, la composición de la capa de PcBN puede variar dependiendo de la aplicación específica. Una composición específica para la capa de PcBN es la KD050, cuya KD050 40 tiene una composición que comprende aproximadamente el 50 por ciento en volumen de nitruro de boro cúbico y aproximadamente el 50 por ciento en volumen de carburo de titanio. El soporte 50 puede comprender, también, una cualquiera de una variedad de composiciones dependiendo de la aplicación.

La pieza elemental 46 de PcBN tiene un revestimiento multicapa aplicado a ella. En la realización específica 45 mostrada en la fig. 3, el revestimiento comprende seis capas, y el esquema de revestimiento se aplica en las etapas siguientes empezando primero con la preparación de la superficie del sustrato y aplicando la capa de revestimiento a la superficie del sustrato: (1) atacar químicamente la superficie del sustrato con gases de tetracloruro de titanio y cloruro de aluminio; (2) aplicar mediante CVD un revestimiento de nitruro de titanio (capa 56 del revestimiento) a una temperatura de unos 900 grados centígrados, hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 50 micrómetros y unos 3 micrómetros, con un grosor preferido igual a 1 micrómetro, aproximadamente; (3) aplicar mediante CVD un revestimiento de carbonitruro de titanio (capa 58 del revestimiento) a una temperatura de unos 880 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre 1 micrómetro aproximadamente y unos 10 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 3 micrómetros; (4) aplicar mediante CVD un revestimiento de carbonitruro de titanio (capa 60 del revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 5 micrómetros, con un grosor 55 preferido igual a 1 micrómetro aproximadamente; (5) aplicar mediante CVD una capa de unión de oxicarbonitruro de titanio y oxicarbonitruro de titanio y aluminio [graduado] (capa 62 del recubrimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,3 micrómetros y unos 5 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (6) aplicar mediante CVD un revestimiento de alúmina

(capa 64 de revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre aproximadamente 1 micrómetro y aproximadamente 10 micrómetros, con un grosor preferido igual a unos 4 micrómetros; y (7) aplicar mediante CVD un revestimiento de nitruro de titanio - carbonitruro de titanio (capa 66 de revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 6 micrómetros, con un grosor preferido igual a unos 2 micrómetros.

Haciendo referencia a las figs. 5 y 6, en ellas se muestra la disposición de una pieza elemental 70 de PcBN soldada en la cavidad 72 de un cuerpo 74 para un útil de roscar designado, generalmente, con 76. La pieza elemental 70 de PcBN comprende una capa 78 de PcBN y un soporte 80 de carburo de wolframio cementado con cobalto. Hay una unión soldada 82 entre la pieza elemental 70 de PcBN y las superficies del cuerpo del útil de corte que definen la cavidad 72. La pieza elemental 70 de PcBN y la superficie de despulla 84 y una superficie de flanco 86. La superficie de despulla 84 y la superficie de flanco 86 se cortan para formar un filo 88. Con fines ilustrativos, en las figs. 5 y 6 se ha retirado el revestimiento.

Un modo de optimizar la capacidad de la unión soldada para soportar las temperaturas que se alcanzan en la unión soldada durante una operación de corte es situar la unión soldada a una distancia óptima del punto de contacto entre la pieza elemental de PcBN (es decir, el filo) y el material de la pieza de trabajo. Las dimensiones de la pieza elemental de PcBN determinan la distancia entre el punto de contacto y la unión soldada. En el caso de una pieza elemental superdura que comprende una capa de PcBN sobre un soporte de carburo de wolframio cementado con cobalto, la selección de estas dimensiones se basa en equilibrar el coste que supone el incremento de tamaño de la capa de PcBN o el incremento del tamaño del soporte (o una combinación consistente en incrementar el tamaño de la capa de PcBN y el tamaño del soporte) en función de la extensión de la protección térmica para la unión soldada debido a la distancia entre el punto de contacto y la unión soldada. En el caso de una pieza elemental superdura que sea una pieza de PcBN, el tamaño (y, por ello, el coste) de la pieza de PcBN está equilibrado en función de la extensión de la protección térmica de la unión soldada debido a la distancia entre el punto de contacto y la unión soldada.

La fig. 5A es una vista esquemática que muestra las líneas de gradiente térmico $T_{\max}$ y T_1 a T_5 para el útil de corte 76 revestido que se obtendrían durante una operación de eliminación de material. La temperatura máxima es ($T_{\max}$) en el punto de contacto entre el filo de la pieza elemental 70 de PcBN y el material de la pieza de trabajo. Las líneas de gradiente de temperatura T_1 , T_2 , T_3 , T_4 y T_5 representan cinco temperaturas diferentes a diversas distancias del punto de contacto. Como puede apreciarse, la temperatura disminuye a medida que nos alejamos del punto de contacto. El gradiente de temperatura guarda la siguiente relación:

$$T_1 > T_2 > T_3 > T_4 > T_5$$

La unión soldada 82 comprende la unión entre la pieza elemental 70 de PcBN y la cavidad 72 contenida en el cuerpo 74 del útil de corte, en el que la unión soldada 82 tiene dos partes principales. Una parte está entre la pieza elemental de PcBN y la superficie del asiento (u horizontal en la fig. 5A) de la cavidad y la otra parte está entre la pieza elemental de PcBN y la superficie de respaldo (o vertical en la fig. 5A). Estas líneas de gradientes de temperatura muestran que la unión soldada 82 está expuesta a las temperaturas más elevadas en un lugar próximo al punto de contacto y que la temperatura disminuye a medida que nos alejamos del punto de contacto. Seleccionando ciertas dimensiones de la pieza elemental de PcBN que afectan a la situación de la unión soldada con relación al filo, se puede seleccionar la temperatura que existe en la unión soldada o, al menos, proporcionar un cierto grado de protección térmica para la unión soldada. En el caso de una pieza elemental superdura que comprenda un soporte y una capa de PcBN, el grosor del soporte se incrementa típicamente ya que es el componente más barato de estos dos componentes de la pieza elemental superdura. La medida en que se incrementa el grosor del soporte depende de las temperaturas de corte y de las propiedades (por ejemplo, la temperatura de liquidus y la resistencia a la cizalladura) de la aleación de soldadura particular. El grosor del soporte debe ser suficiente de forma que la temperatura que exista en la unión soldada, que en la fig. 5A sería T_5 aproximadamente, sea inferior a la temperatura de liquidus de la aleación soldadura y de forma que la aleación de soldadura posea suficiente resistencia a la cizalladura al objeto de mantener la integridad de la unión soldada con el fin de retener, por tanto, la pieza elemental de PcBN en el cuerpo del útil de corte, en contra de las fuerzas de corte que se ejercieran sobre la pieza elemental de PcBN.

En una realización como la ilustrada en las figs. 5 y 6, la longitud "a" de la pieza elemental 70 de PcBN es de 4,82 milímetros (0,190 pulgadas); el grosor "d" de la capa 78 de PcBN es de 0,76 milímetros (0,030 pulgadas); el grosor "c" del soporte 80 es de 4,1 milímetros (0,160 pulgadas); y el grosor total "b" de la pieza elemental 70 de PcBN es de 4,83 milímetros (0,190 pulgadas). La longitud de la pata de la pieza de PcBN es la dimensión "e" y es igual a uno 5,59 milímetros (0,220 pulgadas).

Haciendo referencia a la fig. 7, en ella se muestra una vista en sección transversal de un útil de corte revestido comparativo, designado en general con 90, cuyo útil de corte 90 tiene una pieza elemental 92 de PcBN soldada en la cavidad 94 del cuerpo 96 del útil de corte. La pieza elemental 92 de PcBN está constituida, en su totalidad, de nitruro de boro cúbico policristalino. Una pieza elemental 92 de PcBN ilustrativa constituida en su totalidad de nitruro de boro cúbico policristalino es un material de PcBN vendido con la designación AMBORITE (Calidad AMB 90) por Element Six, en la que el material de PcBN AMBORITE (Calidad AMB 90) comprende aproximadamente un 90 por ciento en volumen de nitruro de boro cúbico y aproximadamente un 10 por ciento en volumen constituido por la suma de nitruro de aluminio, diboruro de titanio y carburo de silicio. Un esquema de revestimiento para el material de PcBN AMBORITE

(Calidad AMB 90) comprende: un esquema de revestimiento por deposición química a partir de vapor aplicado a una temperatura comprendida entre unos 970 grados centígrados y unos 1000 grados centígrados, con una capa inicial de alúmina, luego una capa de carbonitruro de titanio, seguida por una capa de oxicarbonitruro de titanio, seguida por una capa de oxicarbonitruro de titanio y aluminio, seguida por una gruesa capa de alúmina, luego una capa de nitruro de titanio, luego una capa de carbonitruro de titanio, y una capa final de nitruro de titanio. El grosor de la capa gruesa de alúmina estaba comprendido entre unos 5 y unos 6 micrómetros. El grosor de las capas bajo la capa más gruesa de alúmina, era de unos 3 micrómetros, y el grosor de las capas sobre la capa más gruesa de alúmina era de unos 2,5 micrómetros.

Otro esquema de revestimiento (ilustrado entre corchetes en 98) que es adecuado para uso con el útil de corte 90, se describe como sigue: el esquema de revestimiento se aplica en los pasos siguientes: (1) atacar químicamente la superficie del sustrato con gases de tetracloruro de titanio y cloruro de aluminio; (2) aplicar mediante CVD un revestimiento de óxido de aluminio (capa 100 del revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 10 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (3) aplicar mediante CVD un revestimiento de nitruro de titanio (capa 102 del revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 6 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (4) aplicar mediante CVD un revestimiento de carbonitruro de titanio (capa 104 del revestimiento) a una temperatura de unos 990 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 8 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 2 micrómetros; (5) aplicar mediante CVD una capa de unión de oxicarbonitruro de titanio y oxicarbonitruro de aluminio y titanio (graduados) (capa 106 del revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 6 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (6) aplicar mediante CVD un revestimiento de alúmina (capa 108 del revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 12 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 4 micrómetros; y (7) aplicar mediante CVD un revestimiento de nitruro de titanio - carbonitruro de titanio - nitruro de titanio (capa 110 del revestimiento) a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 6 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 2 micrómetros.

La fig. 8 muestra un útil de corte revestido, designado en general con 116. El útil de corte 116 tiene una pieza elemental superdura 118. El útil de corte 116 es un útil de ranurar designado como útil TOP NOTCH®.

La fig. 9 muestra un útil de corte revestido, designado en general con 120. El útil de corte 120 tiene una pieza elemental superdura 122. El útil de corte 120 es un útil de roscar designado como útil TOP NOTCH®.

En la siguiente Tabla 1 se indican aleaciones de soldadura típicas útiles para soldar las piezas elementales de nitruro de boro cúbico policristalino al cuerpo del útil de corte.

Tabla 1

Ejemplos de aleaciones de soldadura útiles

Aleación de soldadura	Composición (por ciento en peso)	Temperatura de liquidus (grados centígrados)	Temperatura de solidus (grados centígrados)	Punto de fusión (grados centígrados)	Resistencia a la cizalladura (Newton/lbs)
oro-cobre	50% Au 50% Cu	969	954	954	13,752
oro-cobre-níquel	35% Au 62% Cu 3% Ni	1028	973	973	12,844
oro-cobre	37,5% Au 62,5% Cu	1015	940	940	13,023
Bau-4 oro-	82% Au 18% Ni	948	948	948	21,686

níquel					
Bau-6 oro-níquel-paladio	70% Au 22% Ni 8% Pd	1045	1006	1006	26,670
Plata-paladio	95% Ag 5% Pd	995	970	970	No se ha medido

En la Tabla 1 anterior, la resistencia a la cizalladura se indica en Newton/libras y es el resultado de un ensayo en el que una pieza cuadrada de carburo, de 12,7 milímetros (media pulgada) se suelda a un miembro de carburo y la unión soldada entre estos miembros de carburo (es decir, una unión soldada carburo a carburo) se somete a cizalladura pura. La unión soldada es cargada continuamente hasta su fallo y el resultado se ofrece como los Newton a los que falló la unión soldada.

Como resulta evidente a partir de la siguiente descripción, la Tabla 2 proporciona información necesaria para entender por completo los esquemas de revestimiento que se establecen después en las Tablas 3 a 7. Las Tablas 3 a 7 contienen ejemplos de esquemas de revestimiento aplicables a los útiles de corte de nitruro de boro cúbico policristalino del invento. En estos ejemplos, los útiles de corte utilizaron la composición KD050 de nitruro de boro cúbico policristalino. La composición KD050 comprendía aproximadamente el 50 por ciento en volumen de nitruro de boro cúbico y aproximadamente el 50 por ciento en volumen de carburo de titanio. Cada una de las tablas 3 a 7 muestra los detalles relativos a una serie de los esquemas de revestimiento.

Haciendo referencia a las Tablas 3 a 7, la columna de la izquierda identifica el número del útil y enumera la composición de la capa de nitruro de boro cúbico policristalino. La composición del PcBN es KD050 o KD120, como se establecido en lo que antecede.

Haciendo todavía referencia a las Tablas 3 y 7, la columna titulada "Esquema de revestimiento" presenta los diversos esquemas (o disposiciones) de revestimiento que se aplicaron a la pieza elemental de PcBN empezando con el revestimiento que sigue al sustrato. Las abreviaturas tienen los significados señalados en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Significado de las abreviaturas para los esquemas de revestimiento enumerados en las Tablas 3 y 4

Abreviatura	Significado
N	Aplicación de nitruro de titanio por CVD a alta temperatura (970-1000°C)
CN	Aplicación de carbonitruro de titanio por CVD a alta temperatura (970-1000°C)
MT	Aplicación de carbonitruro de titanio por CVD a temperatura moderada (870-890°C)
A	Aplicación de alúmina por CVD a una temperatura igual a 970-1000°C
OCN	Aplicación por CVD de una capa de TiOCN que es la capa de modificación de alfa-alúmina a una temperatura igual a 970-1000°C
TiAlOCN	Aplicación por CVD de una capa de TiAlOCN a una temperatura igual a 970-1000°C
MT-N	Aplicación de nitruro de titanio por CVD a temperatura moderada (870-890°C)

En relación con la columna titulada "Grosor", en ella se establecen tres mediciones de grosor en micrómetros. La primera medición de grosor representa el grosor total de las capas desde el sustrato hasta la capa de alúmina. La

segunda medición de grosor representa el grosor de la capa de alúmina. La tercera medición de grosor representa el grosor de las capas encima de la capa de alúmina.

En relación con la columna titulada "Aleación de soldadura", en ella se indica la aleación de soldadura que se utilizó para soldar la pieza elemental de PcBN en la cavidad del cuerpo. Estas aleaciones de soldadura corresponden a las aleaciones de soldadura enumeradas en la anterior Tabla 1.

Tabla 3

Esquemas de revestimiento para una serie de útiles de corte

Útil núm. (MCT8686) /Composición PcBN	Esquema de revestimiento	Grosor (micrómetros)	Aleación de soldadura
10KD050	N/CN/OCN/A/N	4,0/7,6/2,7	Níquel-oro

Tabla 4

Esquemas de revestimiento para una segunda serie de útiles de corte

Útil núm. (MCT8787) /Composición PcBN	Esquema de revestimiento	Grosor (micrómetros)	Aleación de soldadura
8KD050	CN/OCN/TiAlOCN/A /N	3,3/7,0/2,4	Níquel-oro
10KD050	C/CN/OCN/TiAlOCN/ A/N	5,2/7,0/4,0	Níquel-oro
17KD050	C/CN/OCN/TiAlOCN/ A/N	3,5/4,4/3,4	Níquel-oro
19KD050	MT-N/ MT/CN/OCN/TiAlOCN/A/N	3,4/9,2/2,2	Níquel-oro

Tabla 5

Esquema de revestimiento para una tercera serie de útiles de corte

Útil núm. (MCT9610) /Composición PcBN	Esquema de revestimiento	Grosor (micrómetros)	Aleación de soldadura
2/KD050	MT-N/MT/CN/OCN/ TiAlOCN/A/N	5,9/4,0/3,1	Plata-Paladio
3/KD050	CN/OCN/TiAlOCN/ A/N/CN/N	3,8/6,0/2,4	Plata-Paladio
5/KD050	MT-N/MT/CN/OCN/ TiAlOCN/A/N	9,4/4,4/3,1	Cobre-Oro

Tabla 6

Esquema de revestimiento para una cuarta serie de útiles de corte

Útil núm. (MCT9319) /Composición PcBN	Esquema de revestimiento	Grosor (micrómetros)	Aleación de soldadura
6/KD050	MT-N/MT/CN/OCN/ TiAlOCN/A/N	2,9/5,0/3,8	Cobre-oro
14/KD050	CN/OCN/TiAlOCN/ A/N/CN/N	4,8/10,5/2,5	Cobre-oro

5

Tabla 7

Esquema de revestimiento para una quinta serie de útiles de corte

Útil núm. /Composición PcBN	Esquema de revestimiento	Grosor (micrómetros)	Aleación de soldadura
1/KD050	MT-N/MT/CN/OCN/ TiAlOCN/A/N	3,4/3,8/2,4	Plata-Paladio
2/KD050	MT-N/MT/CN/OCN/ TiAlOCN/A	3,5/2,1	Plata-Paladio

Otro esquema de revestimiento comprende los siguientes pasos: (1) atacar químicamente la superficie de la pieza elemental con gases de tetracloruro de titanio y cloruro de aluminio; (2) aplicar mediante CVD un revestimiento de nitruro de titanio a una temperatura de unos 900 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 3,0 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (3) aplicar mediante CVD un revestimiento de carbonitruro de titanio a una temperatura de unos 880 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 1,5 micrómetros y unos 10,0 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 4 micrómetros; (4) aplicar mediante CVD un revestimiento de carbonitruro de titanio a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 5 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (5) aplicar mediante CVD una capa de unión de oxicarbonitruro de titanio a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,1 micrómetros y unos 4 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 0,3 micrómetros; (6) aplicar mediante CVD un revestimiento de oxicarbonitruro de titanio y aluminio a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,1 micrómetros y unos 4,0 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 0,5 micrómetros; (7) aplicar mediante CVD un revestimiento de alúmina a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre aproximadamente 1 micrómetro y unos 10 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 4,0 micrómetros; y (8) aplicar mediante CVD un revestimiento de nitruro de titanio-carbonitruro de titanio a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 8 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 2 micrómetros. La composición del nitruro de boro cúbico policristalino era KD050. La aleación de soldadura que se utilizó fue cobre-oro o plata-paladio.

Otro esquema de revestimiento comprende los pasos de: (1) aplicar mediante CVD (880 grados centígrados) una capa de nitruro de titanio hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 3 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (2) aplicar mediante CVD a temperatura moderada (880 grados centígrados) una capa de carbonitruro de titanio hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre aproximadamente 1 micrómetro y unos 10 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 2 micrómetros; (3) aplicar mediante CVD a alta temperatura (1000 grados centígrados) una capa de carbonitruro de titanio hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,5 micrómetros y unos 6 micrómetros, con un grosor

- preferido igual a, aproximadamente, 1 micrómetro; (4) aplicar mediante CVD una capa de unión de oxicarbonitruro de titanio a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,1 micrómetros y unos 4,0 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 0,3 micrómetros; (5) aplicar mediante CVD una capa de unión de oxicarbonitruro de titanio y aluminio a una temperatura de unos 1000 grados centígrados hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre unos 0,1 micrómetros y unos 4,0 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 0,5 micrómetros; y (6) aplicar mediante CVD (990 grados centígrados) una capa de alúmina hasta un grosor comprendido en el intervalo de entre aproximadamente 1 micrómetro y unos 10 micrómetros, con un grosor preferido igual a, aproximadamente, 2 micrómetros. La composición del nitruro de boro cúbico policristalino era KD050. La aleación de soldadura que se utilizó fue plata-paladio.
- Los solicitantes contemplan, además, el uso de un esquema de revestimiento que contenga, al menos, una capa que comprenda un nitruro, carburo, carbonitruro, oxinitruro, oxicarbonitruro u oxicarburo de uno o más de titanio, vanadio, cromo, zirconio, niobio, molibdeno, hafnio, tántalo, wolframio, aluminio y silicio. Este esquema de revestimiento incluye como posible capa, una capa de nitruro de titanio y aluminio aplicada mediante deposición física a partir de vapor.
- Mediante ensayos, los solicitantes han encontrado que los útiles de corte revestidos que utilizan las aleaciones de soldadura para alta temperatura, en especial cuando se acoplan mediante los esquemas de revestimiento que contengan capas de MT-TiN/MT-TiCN/HT-TiCN/TiOCN/TiAlOCN/Al₂O₃ y MT-TN/MT-TiCN/HT-TiCN/TiOCN/TiAlOCN/Al₂O₃/HT-TiCN/HT-TiN, han mostrado excelentes resultados en su comportamiento. Siguiendo esta línea, los solicitantes han encontrado que los resultados eran muy buenos en el torneado de aceros duros tales como acero D3 para herramientas.
- Los solicitantes han encontrado, también, que los útiles de corte revestidos que tienen revestimientos tales como, por ejemplo, de alúmina o de nitruro de titanio y aluminio, que utilizan el diseño y la geometría de las piezas elementales superduras descritas en este documento, con independencia de la aleación de soldadura empleada para soldar la pieza elemental superdura al cuerpo del útil de corte, han experimentado también una mejora de su comportamiento. Parece que el diseño y la geometría de la pieza elemental superdura han dado como resultado la reducción de la exposición de la unión soldada a las temperaturas generadas en el punto de contacto entre el útil de corte y el material de la pieza de trabajo.
- Un método específico de roscado que ha ofrecido resultados excelentes cuando se utilizan estos útiles de corte (es decir, útiles de roscar) es un método de roscar de volumen constante. En este método, la profundidad del paso se reduce constantemente de forma que el volumen de material eliminado de la pieza de trabajo sea constante en cada pasada. Para conseguir este volumen constante se toma la fórmula de avance por pasada:
- $$\text{profundidad acumulada} = \text{profundidad inicial de corte (doc)} \cdot (\text{núm. de pasada})^{1/2} \text{ para llegar a la profundidad de corte para cada pasada.}$$
- La siguiente Tabla 8 establece un ejemplo de este método mostrando las primeras cuatro pasadas. Se necesitan pasadas adicionales determinadas mediante cálculo para obtener una profundidad de rosca externa de 2 milímetros (0,0789 pulgadas).

Tabla 8

Cálculos de muestra para un método de roscar de volumen constante
[rosca externa de paso 8 con una profundidad de 2mm (0,789 pulgadas)]

Pasada núm.	Primer cálculo mm (pulgadas)	Segundo cálculo mm (pulgadas)	Profundidad de avance de corte para la pasada mm (pulgadas)
1	25% de 2 (0,0789) = 0,501 (0,0197)	NA	0,501 (0,0197)
2	$0,501 (0,197) * 2^{1/2} = 0,706$ (0,0278)	0,706 (0,0278)- 0,501 (0,0197)= 0,205 (0,0082)	0,205 (0,0082)
3	$0,501 (0,197) * 3^{1/2} = 0,866$ (0,0341)	0,866 (0,0341)- 0,706 (0,0278)= 0,160 (0,0063)	0,160 (0,0063)
4	$0,501 (0,197) * 4^{1/2} = 1,000$ (0,0394)	1,000 (0,0394)- 0,866 (0,0341)= 0,134 (0,0053)	0,134 (0,0053)

5

10

15

El método de roscar de volumen constante puede describirse como un método de eliminación de material en una operación de roscado de una pieza de trabajo que comprende una aleación ferrosa con una dureza comprendida entre unos 50 Rockwell C y unos 65 Rockwell C empleando un útil de corte revestido. El método tiene los siguientes pasos: proporcionar un útil de corte revestido que tiene un cuerpo que contiene una cavidad en la que se suelda una pieza elemental superdura utilizando una aleación de soldadura en la cavidad para formar una unión soldada, cuya aleación de soldadura tiene una temperatura de liquidus de, al menos, unos 900 grados centígrados, cuya aleación de soldadura se selecciona del grupo que comprende una aleación de soldadura de níquel-oro que contiene níquel y oro, una aleación de soldadura de cobre-oro que contiene cobre y oro, una aleación de soldadura de oro-cobre-níquel que contiene oro y cobre y níquel, una aleación de soldadura de plata-titanio-cobre que contiene plata y titanio y cobre, y una aleación de soldadura de plata-paladio que contiene plata y paladio; y aplicar la pieza de trabajo con el útil de corte revestido en múltiples pasadas, en cada una de cuyas pasadas se elimina un volumen de material que es, sustancialmente, igual al volumen de material eliminado de la pieza de trabajo en la pasada previa.

20

Si bien el método de roscar de volumen constante es el método preferido de roscar, los solicitantes contemplan que una o más pasadas de roscado pueden eliminar un volumen de material menor que el calculado de acuerdo con la fórmula o un volumen de material menor que el eliminado en la pasada previa. Así, dicho método incluye el paso de aplicar la pieza de trabajo con el útil de corte revestido en múltiples pasadas, en cada una de cuyas pasadas se elimina un volumen de material sustancialmente igual o menor que el volumen de material eliminado de la pieza de trabajo en la pasada previa.

REIVINDICACIONES

1. Un útil de corte revestido, que comprende:
 - un cuerpo, cuyo cuerpo contiene una cavidad,
 - 5 una pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino, cuya pieza elemental está soldada en la cavidad utilizando una aleación de soldadura;
 - teniendo la aleación de soldadura una temperatura de liquidus de, al menos, unos 900 grados centígrados; y
 - un revestimiento aplicado al útil de corte;
 caracterizado porque
- 10 la pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino incluye, además, un soporte cobre el que está aplicada la capa de nitruro de boro cúbico policristalino.
2. El útil de corte revestido de la reivindicación 1, en el que el revestimiento se aplica por deposición física a partir de vapor.
3. El útil de corte revestido de la reivindicación 1, en el que el revestimiento se aplica mediante una
 15 combinación de deposición física a partir de vapor y deposición química a partir de vapor.
4. El útil de corte revestido de la reivindicación 1, en el que el revestimiento se aplica por deposición química a partir de vapor.
5. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones precedentes, en el que la aleación de soldadura comprende oro y cobre, estando presente el oro en una cantidad comprendida en el intervalo de entre aproximadamente
 20 el 30 por ciento en peso y aproximadamente el 60 por ciento en peso, y estando presente el cobre en una cantidad comprendida en el intervalo de entre aproximadamente el 40 por ciento en peso y aproximadamente el 70 por ciento en peso.
6. El útil de corte revestido de la reivindicación 5, en el que la aleación de soldadura incluye, además, níquel, estando presente el níquel en una cantidad comprendida entre aproximadamente el 2 por ciento en peso y
 25 aproximadamente el 7 por ciento en peso.
7. El útil de corte revestido de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el que la aleación de soldadura comprende entre aproximadamente un 35 por ciento en peso y aproximadamente un 40 por ciento en peso de oro, entre un 60 por ciento en peso y un 65 por ciento en peso de cobre y entre un 1 por ciento en peso y un 5 por ciento en peso de níquel.
8. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la aleación de soldadura comprende
 30 entre un 30 por ciento en peso y un 40 por ciento en peso de oro y entre un 60 por ciento en peso y un 70 por ciento en peso de cobre.
9. El útil de corte revestido de la reivindicación 5, en el que la aleación de soldadura comprende entre aproximadamente el 50 por ciento en peso de oro y aproximadamente el 50 por ciento en peso de cobre.
10. El útil de corte revestido de la reivindicación 5, en el que la aleación de soldadura comprende entre
 35 aproximadamente el 37,5 por ciento en peso de oro y aproximadamente el 62,5 por ciento en peso de cobre.
11. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la aleación de soldadura comprende oro y níquel, y el oro está presente en una cantidad comprendida en el intervalo de entre un 65 por ciento en peso y un 90 por ciento en peso, y el níquel está presente en una cantidad comprendida en el intervalo de entre un 15 por ciento
 40 en peso y un 25 por ciento en peso.
12. El útil de corte revestido de la reivindicación 11, en el que la aleación de soldadura incluye, además, paladio, estando presente el paladio en una cantidad comprendida en el intervalo de entre un 5 por ciento en peso y un 15 por ciento en peso.
13. El útil de corte revestido de la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en el que la aleación de soldadura
 45 comprende entre un 65 por ciento en peso y un 75 por ciento en peso de oro, entre un 20 por ciento en peso y un 25 por ciento en peso de níquel, y entre un 5 por ciento en peso y un 10 por ciento en peso de paladio.
14. El útil de corte revestido de la reivindicación 13, en el que la soldadura comprende entre un 70 por ciento en peso de oro, un 22 por ciento en peso de níquel y un 8 por ciento en peso de paladio.

15. El útil de corte revestido de la reivindicación 11, en el que la aleación de soldadura comprende entre un 80 por ciento en peso y un 85 por ciento en peso de oro y entre un 15 por ciento en peso y un 20 por ciento en peso de níquel.
- 5 16. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la aleación de soldadura comprende entre un 90 por ciento en peso y un 98 por ciento en peso de plata y entre un 2 por ciento en peso y un 10 por ciento en peso de paladio.
17. El útil de corte revestido de la reivindicación 16, en el que la aleación de soldadura comprende entre un 93 por ciento en peso y un 97 por ciento en peso de plata y entre un 3 por ciento en peso y un 7 por ciento en peso de paladio.
- 10 18. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones precedentes, en el que la temperatura de liquidus de la aleación de soldadura es de, al menos, 940 grados centígrados.
19. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones precedentes, en el que la temperatura de liquidus de la aleación de soldadura es de, al menos, unos 1000 grados centígrados.
- 15 20. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones precedentes, en el que el revestimiento incluye al menos una capa de alúmina aplicada por deposición química a partir de vapor a una temperatura inferior a la temperatura de liquidus de la aleación de soldadura.
21. El útil de corte revestido de la reivindicación 20, en el que el esquema de revestimiento incluye, además, una capa de oxicarbonitruro de titanio aplicada por deposición química a partir de vapor a una temperatura inferior a la temperatura de liquidus de la aleación de soldadura.
- 20 22. El útil de corte revestido de la reivindicación 20 o la reivindicación 21, en el que el esquema de revestimiento incluye, además, una capa de oxicarbonitruro de titanio y aluminio aplicada por deposición química a partir de vapor a una temperatura inferior a la temperatura de liquidus de la aleación de soldadura.
23. El útil de corte revestido de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 22, en el que el esquema de revestimiento incluye, además, al menos una capa de carbonitruro de titanio aplicada por deposición química a partir de vapor a una temperatura inferior a la temperatura de liquidus de la aleación de soldadura.
- 25 24. El útil de corte revestido de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23, en el que el esquema de revestimiento incluye, además, al menos una capa de nitruro de titanio aplicada por deposición química a partir de vapor a una temperatura inferior a la temperatura de liquidus de la aleación de soldadura.
- 25 25. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones precedentes, en el que el revestimiento incluye, al menos, una capa de nitruro de titanio y aluminio aplicada por deposición física a partir de vapor.
26. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones precedentes, en el que la pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino comprende una capa de nitruro de boro cúbico policristalino que comprende aproximadamente el 50 por ciento en volumen de nitruro de boro cúbico y aproximadamente el 50 por ciento en volumen de carburo de titanio.
- 35 27. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones 1 a 25, en el que la pieza elemental de nitruro de boro cúbico policristalino comprende aproximadamente un 90 por ciento en volumen de nitruro de boro cúbico y aproximadamente el 10 por ciento en volumen de nitruro de aluminio y diboruro de titanio y carburo de silicio.
28. El útil de corte revestido de una de las reivindicaciones precedentes, en el que el revestimiento contiene al menos una capa que comprende un nitruro, carburo, carbonitruro, oxinitruro, oxicarbonitruro u oxicarburo de uno o más de titanio, vanadio, cromo, zirconio, niobio, molibdeno, hafnio, tántalo, wolframio, aluminio y silicio.
- 40

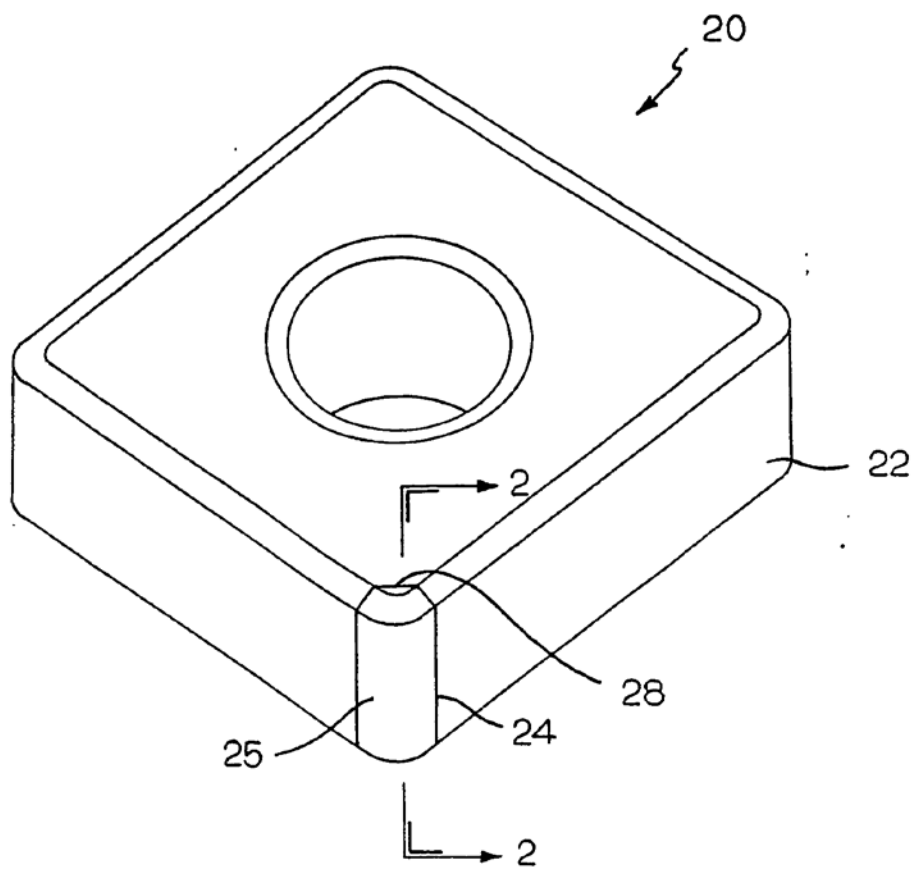


FIG. 1

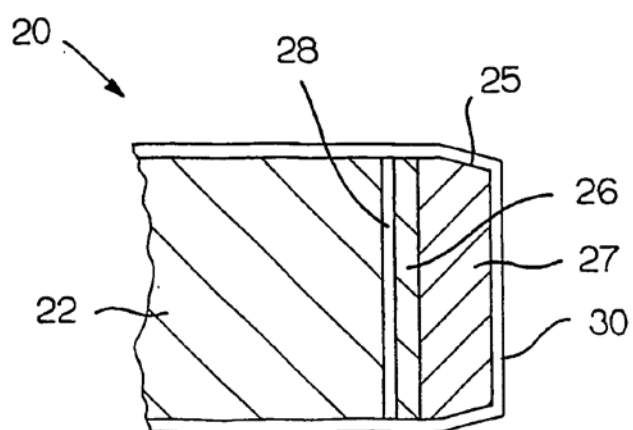


FIG. 2

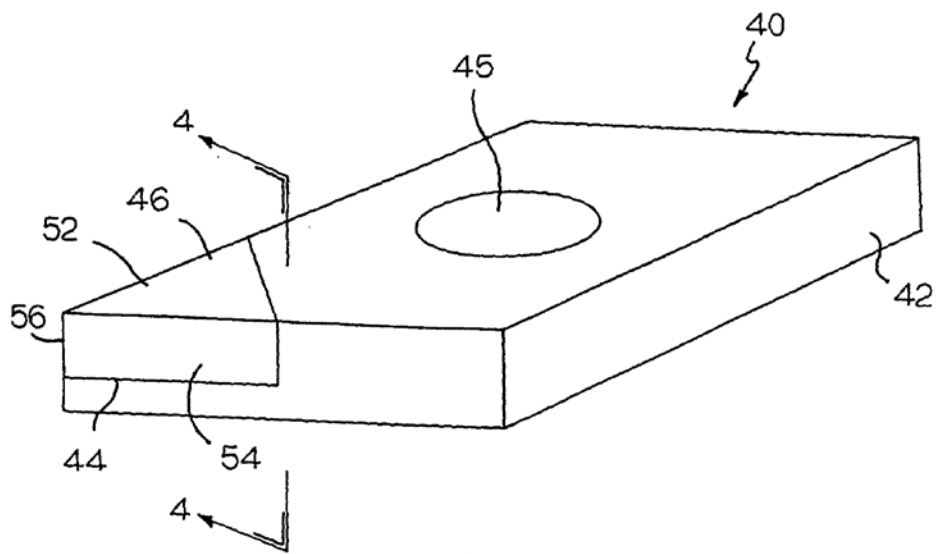


FIG. 3

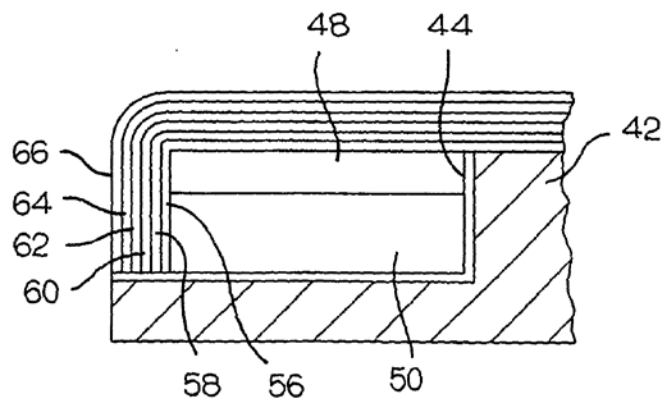


FIG. 4

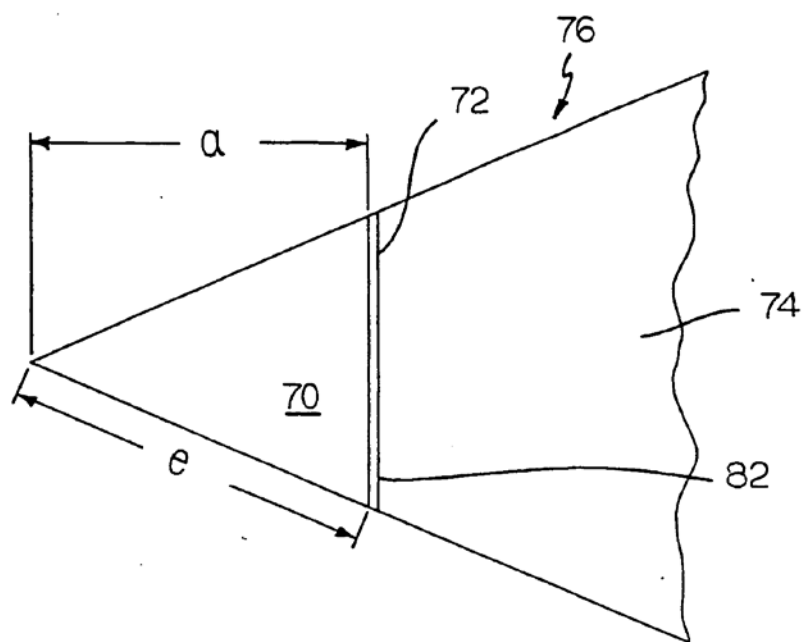


FIG. 5

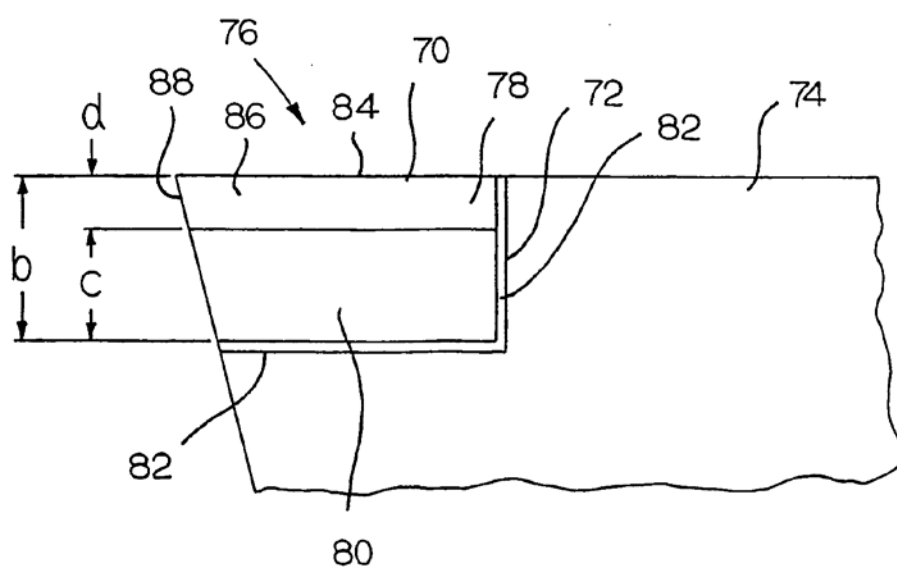


FIG. 6

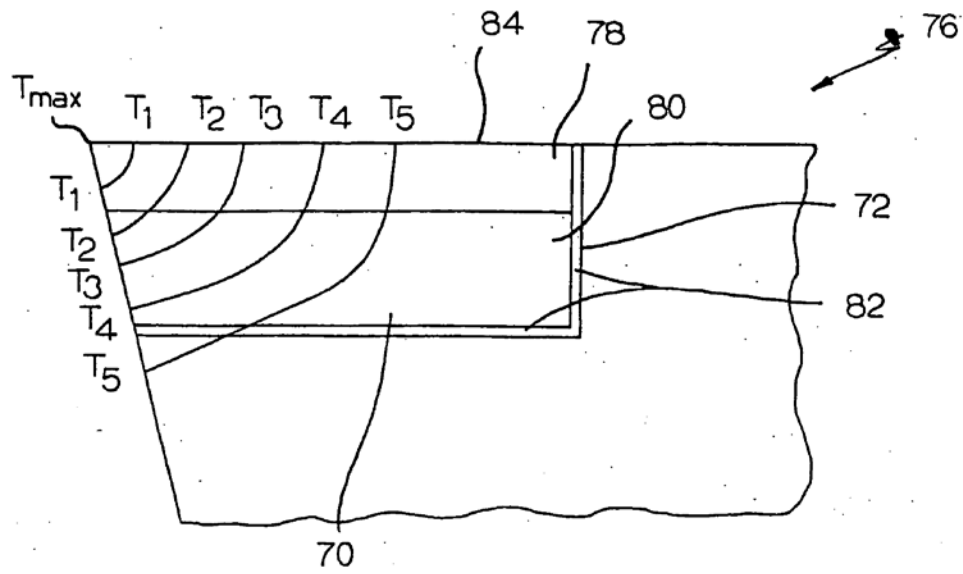


FIG. 5A

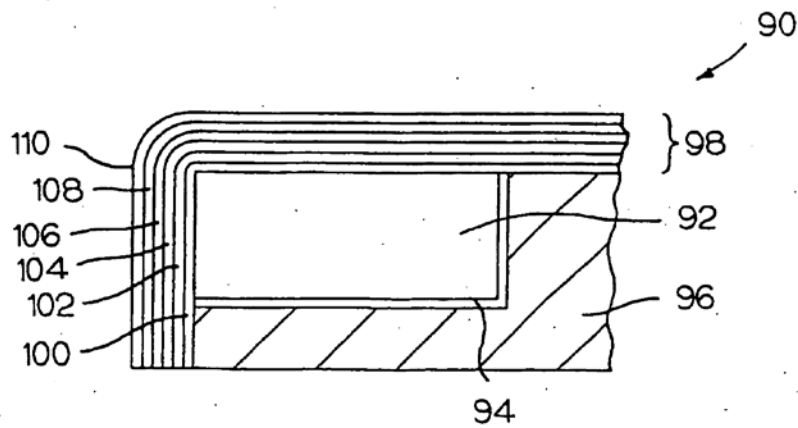


FIG. 7 (Comparativo)

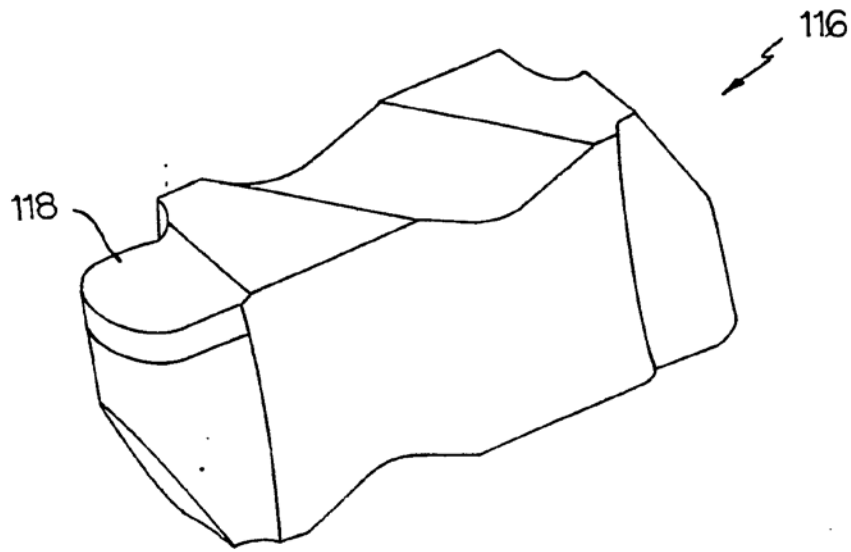


FIG. 8

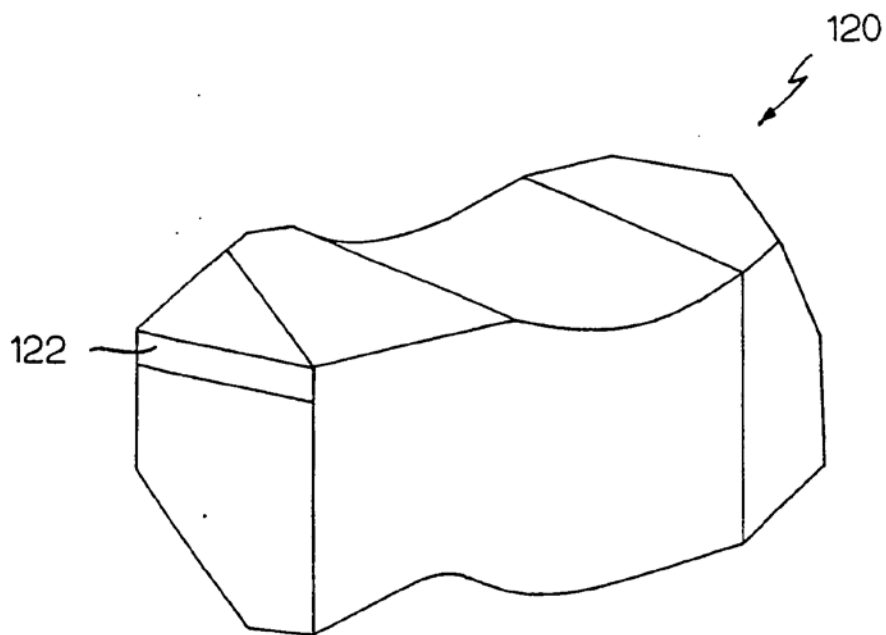


FIG. 9