

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 998**

51 Int. Cl.:
B44C 1/22 (2006.01)
C23C 14/02 (2006.01)
B05D 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **99928707 .1**
96 Fecha de presentación: **16.06.1999**
97 Número de publicación de la solicitud: **1192050**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.04.2002**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO DE SUSTRATO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.08.2012

73 Titular/es:
TDY INDUSTRIES, INC.
1000 SIX PPG PLACE
PITTSBURGH, PA 15222, US

72 Inventor/es:
LEVERENZ, Roy, V. y
BOST, John

74 Agente/Representante:
Urizar Anasagasti, José Antonio

ES 2 385 998 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**CAMPO TÉCNICO Y APLICABILIDAD INDUSTRIAL DE LA INVENCION**

[0001] La presente invención se refiere a un método para el mordentado de sustratos de materiales compuestos y otros sustratos, y también se dirige a un método de aplicación de recubrimientos resistentes al desgaste y otros a sustratos de materiales compuestos y otros sustratos. La presente invención encuentra aplicación en cualquier campo en el que es ventajoso para mejorar la adherencia de un recubrimiento resistente al desgaste y otros tipos de recubrimientos para sustratos. Ejemplos de campos de aplicación de la presente invención incluyen la fabricación y tratamiento de matrices utilizadas en estampado, punzonado, roscado, y troquelado de metal, y la fabricación y tratamiento de insertos de corte de metal utilizados en el fresado, torneado, taladrado, perforado, y otras operaciones de eliminación de metal.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Los materiales compuestos comprendidos por partículas de una fase constitutivo dura y una fase ligante que une las partículas entre sí son comunes y se conocen como "materiales compuestos" o "sustratos compuestos" en lo sucesivo. Estos materiales también puede ser denominados como materiales compuestos "cementados" e incluyen, por ejemplo, cerámicos, cermets y carburos cementados. Los carburos cementados, incluyen, por ejemplo, materiales compuestos de un material duro en partículas, tales como, por ejemplo, partículas de uno o más de carburo de tungsteno (WC), carburo de titanio (TiC), carbonitruro de titanio (TiCN), carburo de tantalio (TaC), nitruro de tantalio (TaN), carburo de niobio (NbC), nitruro de niobio (NbN), carburo de zirconio (ZrC), el nitruro de circonio (ZrN), carburo de hafnio (HfC), y el nitruro de hafnio (HfN) cementados entre sí por una fase ligante que se compone fundamentalmente de uno o más de cobalto, níquel y hierro.

[0003] insertos de corte de metal fabricados con materiales compuestos se utilizan en el mecanizado por arranque de viruta de metales en la industria del mecanizado de metales. Los insertos de corte de metal son comúnmente fabricados con partículas de carburo de metal, generalmente carburo de tungsteno con la adición de carburos de otros metales como, por ejemplo, niobio, titanio, tantalio, y una fase ligante metálica de cobalto o níquel. Los materiales de carburo dan alta resistencia, pero aún pueden desgastarse rápidamente cuando se utilizan, por ejemplo, en el fresado y otras operaciones de mecanizado de metales. Al depositar una fina capa de material resistente al desgaste en las superficies de trabajo de insertos de corte de carburo cementado, es posible aumentar la resistencia al desgaste de los insertos sin afectar negativamente a la dureza. Los revestimientos de insertos de carburo cementado resistentes al desgaste generalmente usados incluyen, por ejemplo, TiC, TiN, TiCN, y Al_2O_3 . Tales recubrimientos resistentes al desgaste reducen la erosión y corrosión del material ligante de los insertos.

[0004] La utilidad de materiales compuestos recubiertos, tales como carburos cementados recubiertos está limitada por la fuerza de adherencia del recubrimiento resistente al desgaste al material compuesto. La ausencia de una fuerte adherencia entre los recubrimientos resistentes al desgaste y los insertos de corte de metal da lugar a delaminación de los recubrimientos respecto a los insertos, disminuyendo la vida útil de los insertos. La presencia de cobalto en las superficies de los insertos también aumenta la tendencia de los revestimientos y sustratos a experimentar delaminación durante el uso. En consecuencia, sería ventajoso proporcionar un nuevo método para aumentar la adherencia de los recubrimientos resistentes al desgaste a los materiales compuestos. En términos más generales, sería ventajoso mejorar la adherencia de

recubrimientos resistentes al desgaste y otros tipos de recubrimientos a material compuesto y otros tipos de sustratos.

RESUMEN DE LA INVENCION

5 [0005] La presente invención proporciona un método de acuerdo con la Reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas. El presente método incluye la etapa de mordentado de al menos una porción de una superficie del sustrato poniendo en contacto la superficie con un flujo de gas sustancialmente libre de hidrógeno gaseoso que se compone de por lo menos un gas de mordentado y un segundo gas durante un período de tiempo que permita la eliminación de la cantidad deseada de fase ligante. El segundo gas comprende uno o más gases que no reaccionan con el sustrato o el material ligante eliminado y que no va a 10 alterar el estado de oxidación del sustrato durante la etapa de mordentado. Preferiblemente, el segundo gas es uno o más gases que no reaccionan con el sustrato o la parte eliminada de material ligante para formar depósitos de una fase de W_xCoyC (en donde $x = 3.9$ e $y = 2 - 6$), también referido aquí como una fase η (eta), sobre el sustrato.

15 [0006] El gas de mordentado utilizado en el método actual puede ser cualquier gas o una combinación de gases que elimine adecuadamente la porción deseada de la fase ligante del sustrato durante la etapa de mordentado. Posibles gases de mordentado incluyen gas clorhídrico, gas H_2F_2 y formas gaseosas de cualquiera de los elementos del grupo VIIA. Otros gases de mordentado posibles útiles en el presente procedimiento será evidente para quienes tengan un conocimiento normal de la materia una vez al corriente de la presente invención. El segundo gas puede ser, por ejemplo, uno o más gases seleccionados de 20 nitrógeno gaseoso, gas helio, gas argón y gas neón. Preferiblemente, el flujo de gas se aplica al sustrato durante la etapa de mordentado mediante la introducción de un flujo del gas de mordentado al mismo tiempo que un flujo del segundo gas en una cámara que contiene el sustrato a una presión y temperatura, y durante un tiempo, que se traducirá en la eliminación de la porción deseada de la fase ligante. En una aplicación particular del método presente, el flujo de gas se compone de los flujos simultáneos de gas 25 clorhídrico y nitrógeno gaseoso.

[0007] Preferiblemente, durante la etapa de mordentado la fase ligante es eliminada de la superficie del sustrato hasta una profundidad de entre cerca de 3 micras a cerca de 15 micras, y preferiblemente hasta una profundidad de entre cerca de 4 micras a cerca de 6 micras.

30 [0008] El método de la presente invención se aplica a sustratos compuestos de un material compuesto de partículas de un material constitutivo duro unidas por un material ligante. Ejemplos de tales materiales compuestos incluyen carburos cementados y cermets. El material ligante de tales materiales compuestos incluye cobalto.

35 [0009] La presente invención también se dirige a un método para aplicar un recubrimiento a al menos una porción de la superficie de un sustrato, de preferencia un sustrato compuesto que incluye partículas de material constitutivo duro unidas entre sí por un ligante. El método se lleva a cabo mediante la eliminación de una parte del ligante de la superficie del sustrato poniendo en contacto la superficie con un flujo de gas que incluye un gas de mordentado y un segundo gas durante un período de tiempo que eliminará la parte deseada del ligante. El efecto de mordentado superficial de los gases de mordentado proporciona una superficie mordentada sobre el sustrato, y la superficie mordentada incluirá huecos producidos a medida 40 que el ligante es eliminado por el mordentado de entre las partículas constitutivos duras. El segundo gas es uno o más gases que no reaccionan con el sustrato o la parte del ligante eliminada del sustrato, y que no va a cambiar el estado de oxidación del sustrato durante el proceso de mordentado. Preferiblemente, el

segundo gas no reaccionará durante el proceso de mordentado para formar fase eta dentro de los huecos creados en la superficie del sustrato. En una etapa posterior del método, un recubrimiento se aplica al menos a una porción de la superficie mordentada. Por lo menos una porción del recubrimiento se deposita dentro de por lo menos una porción de los huecos en la superficie mordentada creada por la eliminación.

5 [0010] Por lo tanto, la etapa de mordentado de la presente invención puede ser precedida o seguida de uno o más pasos adicionales, como, por ejemplo, la etapa de depositar un recubrimiento en la superficie mordentada del sustrato producido por la etapa de mordentado. Debido a que el recubrimiento se infiltra en los huecos en la superficie mordentada del sustrato que se han producido por la eliminación del material ligante durante la etapa de mordentado, la adherencia del recubrimiento al sustrato aumenta.
10 Preferiblemente, el recubrimiento es uno que aumenta la resistencia al desgaste del sustrato, pero también se puede seleccionar de cualquier recubrimiento de sustrato convencional. Posibles recubrimientos resistentes al desgaste que se pueden aplicar en la etapa de revestimiento del actual método incluyen los compuestos de, por ejemplo, uno o más de TiC, TiN, TiCN, diamante, Al₂O₃, MT- recubrimiento de fresado (que se describe en detalle más adelante), TiAlN, HfN, HfCN, HfC, ZrN, ZrC, ZrCN, Ti₂B aC, Mos, Cr₃C₂,
15 CrN, CrRCN, y CN.

[0011] Los sustratos que se han producido por el método de la invención. puede tener por ejemplo una superficie mordentada producida por la etapa anterior de mordentado, y también puede tener un recubrimiento, resistente al desgaste o no, que al menos en parte infiltra los huecos producidos en la superficie del sustrato por la etapa de mordentado de la invención. El sustrato incluye una porción de
20 superficie mordentada que tiene huecos en ella producidos por la eliminación de una parte del material ligante de ella al contactar la porción de la superficie con flujos concurrentes de al menos un gas de mordentado adecuado y un segundo gas. El segundo gas debe ser incapaz de reaccionar con el material del sustrato o el material ligante eliminado o cambiar el estado de oxidación del sustrato durante el mordentado del material ligante. Un recubrimiento se puede adherir a al menos una parte de la porción de
25 superficie mordentada del sustrato, y por lo menos una porción del recubrimiento se deposita dentro de por lo menos una porción de los huecos provistos en la porción de superficie mordentada.

[0012] Ejemplos de aplicaciones del método de la presente invención incluyen la fabricación y tratamiento de insertos de corte resistentes al desgaste, matrices, punzones y otros elementos usados en aplicaciones tales como: estampación de metal, punzonado, roscado, troquelado, fresado, torneado, taladrado,
30 perforado, y otras operaciones de eliminación de metal; perforación minera y petrolífera, incluyendo la fabricación o tratamiento de cabezas de minado y taladrado usadas en minería de carbón, cabezas de taladrado tricono, percutoras y cabezales de taladrado vertical, aplanamiento de carreteras y otras aplicaciones similares, aplicaciones para trabajar la madera, incluyendo la fabricación o el tratamiento de cabezas y cuchillas utilizadas en el serrado, cepillado, fresado, conformado, y otras aplicaciones de
35 carpintería, cabezales de extrusión y trefilado, incluyendo la fabricación y tratamiento de punzones y matrices utilizadas en tales aplicaciones; rodillos de fresado de varillas; y ambientes de alta corrosión. Un ejemplo de una aplicación específica de la presente invención es en la fabricación y tratamiento de artículos hechos de aleaciones de tungsteno conteniendo hierro, níquel, cobre y / o cobalto. Estos artículos incluyen, por ejemplo, contrapesos de aeronaves, contactos eléctricos, y electrodos.

40 [0013] El lector apreciará los anteriores detalles y ventajas de la presente invención, así como otros, tras la consideración de la siguiente descripción detallada de la invención. El lector puede también apreciar tales detalles y ventajas adicionales de la presente invención al poner en práctica la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0014] Las características y ventajas de la presente invención pueden ser mejor entendidas por referencia a las figuras acompañantes, en las cuales:

5 la figura 1 es una micrografía de una sección preparada de un inserto de corte de metal compuesto de material SD-5 recubierto con revestimiento resistente al desgaste fresado-MT (fresado y torneado a temperatura moderada) por el método de la presente invención;

las Figuras 2a-2c y 3a-3c son micrografías que muestran la condición de una superficie de borde de cada uno de los tres insertos de corte de metal, compuestos de material SD-5 y recubiertos con un revestimiento fresado-MT después de 10 y 18 pasadas de fresado, respectivamente;

10 las Figuras 4a-4c y 5c-5a son micrografías que muestran la condición de una superficie de borde de cada uno de tres insertos de corte metálicos sin recubrimiento, compuestos de material SD-5, después de 10 y 18 pasadas de fresado, respectivamente;

15 las Figuras 6a-6c son micrografías que muestran el estado de una superficie del borde de tres insertos de corte de metal, compuestos por material T-14 y revestidos con un recubrimiento fresado-MT por el método de la invención, después de 4 pasadas de fresado;

las Figuras 7a-7c son micrografías que muestran el estado de una superficie de borde de tres insertos de corte de metal compuestos de material T-14, cada inserto sin mordentar ni revestir, después de 4 pasadas de fresado;

20 la Figura 8 es una micrografía de un inserto de corte de metal compuesto de material H-91 y revestido con un recubrimiento fresado-MT por el método de la presente invención;

la Figura 9 es una micrografía muestra la condición de un inserto de corte de metal, compuesto de material H-91 y revestido con un recubrimiento fresado-MT por el método de la invención, después de una pasada de fresado;

25 la Figura 10 es una micrografía mostrando la condición de un inserto de corte de metal, compuesto de material H-91 y revestido con un recubrimiento fresado-MT de capas TiN / TiCN / TiN totalizando aproximadamente 5 micras (aplicado por CVD), después de una pasada de fresado, y

30 las figuras 11a-11d son fotomicrografías de una sección preparada de un elemento metálico pesado que contiene partículas de metal tungsteno (alrededor del 90 por ciento del peso total del elemento) suspendidas en un ligante de níquel / hierro (alrededor del 10 por ciento en peso del peso total de la pieza) que se ha mordentado y recubierto con un recubrimiento de fresado-MT.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0015] El sustrato de material compuesto a ser mordentado según la invención incluye una fase de un constitutivo duro y también incluye una fase ligante que incluye cobalto. Los presentes inventores han descubierto que el método de la invención mejora la adherencia del recubrimiento posteriormente depositado en el sustrato de material compuesto e inhibe la delaminación del recubrimiento.

[0016] Se cree que en relación con los métodos conocidos de recubrimiento de sustrato de material compuesto, el presente método mejora la adherencia entre sustratos de material compuesto y revestimientos resistentes al desgaste permitiendo que los recubrimientos infiltren la superficie del sustrato.

40 Para lograr esto, una parte de la fase ligante de una zona superficial del sustrato de material compuesto se elimina por un nuevo procedimiento de mordentado, preferiblemente a una profundidad en el rango de 3 a 15 micras (inclusive), dejando las partículas del constitutivo duro en la zona superficial sustancialmente intactas. Recubrimientos resistentes al desgaste aplicados a sustratos de materiales compuestos que han

- 5 sido mordentados por el presente método infiltran los huecos en la zona superficial creada por la eliminación de la fase ligante. Se cree que la infiltración del recubrimiento aumenta la fuerza de adherencia entre el recubrimiento y el sustrato de material compuesto. Se ha encontrado que la adherencia más intensa entre recubrimientos y sustratos de materiales compuestos obtenida por el presente método reduce diferencias de expansión térmica entre los sustratos y los recubrimientos, mejora la resistencia de los recubrimientos a la deformación, aumenta la resistencia del recubrimiento al desgaste, y reduce la aparición de fisuras térmicas.
- 10 [0017] Según se usa aquí, "material compuesto" hace referencia a un material, en cualquier forma, que incluye al menos partículas de una fase de un material constitutivo duro incluyendo tungsteno y carbono y una fase de un material ligante como el cobalto que une entre sí las partículas duras constitutivas. El material compuesto puede ser, por ejemplo, carburos cementados y cermets. El material ligante del material compuesto presente, además, puede incluir uno o una combinación de más de uno de, níquel, cobre y hierro. Además de cobalto, níquel, cobre, y / o hierro, el material ligante puede incluir otros elementos y compuestos que se conocen en la técnica. Tales otros elementos incluyen, por ejemplo, los del grupo VIII de la tabla periódica (elementos con un número atómico 26-28, 44-46 y 76-78), tungsteno, zinc y renio. Las
- 15 partículas del componente duro puede ser, por ejemplo, partículas compuestas de:
- uno o más materiales de carburo seleccionados de carburo de tungsteno (WC), carburo de titanio (TiC), carburo de tantalio (TaC), carburo de niobio (NbC), carburo de vanadio (CV), carburo de cromo (Cr₃C₂), carburo de molibdeno (MoC), y carburo de hierro (FeC);
 - uno o más carbonitruros y / o nitruros de uno o más de los metales refractarios, con inclusión de carbonitruros de uno o más de W, Ti, Ta, Nb, V, Cr, Mo y Fe;
 - uno o más óxidos y / o boruros de uno o más de aluminio, circonio, y magnesio, y
 - uno o más de tungsteno, materiales a base de molibdeno, y materiales basados en tungsteno.
- [0018] Tal como se utiliza aquí, el término "metales refractarios" se refiere a los metales que tienen un punto ligante extremadamente alto, por ejemplo, W, Mo, Ta, Nb, Cr, V, Re, Ti, Pt, y Zr.
- 25 [0019] Además de mejorar la adherencia de recubrimientos resistentes al desgaste a los materiales compuestos anteriores, se cree que el método de la presente invención también puede utilizarse para mejorar la adherencia de recubrimientos resistentes al desgaste y de otros tipos a otros tipos de materiales, incluyendo, por ejemplo, metales pesados, sialons, Si₃N₄ y cerámicas compuestas, que tienen una fase que puede ser mordentada por el presente método. Las identidades de estos otros materiales pueden ser fácilmente determinadas teniendo una habilidad ordinaria en las técnicas de recubrimiento de sustratos. Por otra parte, aunque los ejemplos siguientes se refieren a la aplicación de recubrimientos resistentes al desgaste a materiales compuestos y otros sustratos, se entenderá que el presente método también puede ser utilizado para adherir mejor otros tipos de recubrimientos a tales sustratos. Estos otros revestimientos incluyen los revestimientos que imparten propiedades deseables a la superficie del sustrato, como, por
- 30 ejemplo, revestimientos que mejoran la resistencia del sustrato a la corrosión, incluyendo la oxidación, o que proporcionan un particular aspecto de la superficie al sustrato. Las identidades de otros recubrimientos que se pueden aplicar mediante el método de la invención serán evidentes para aquellos que tienen habilidad ordinaria en técnicas de recubrimiento de sustrato, una vez informado de la invención.
- [0020] El método incluye generalmente al menos las etapas siguientes:
- 35 1. Colocar un sustrato de material compuesto a recubrir en una cámara de un horno de deposición de vapor químico.

2. Eliminar por mordentado la totalidad o una parte de la fase ligante en una zona superficial del sustrato de material compuesto hasta una profundidad de cerca de 3 micras a cerca de 15 micras por contacto con la región de la superficie con una mezcla de gases que comprende un gas de mordentado y un gas inerte como el nitrógeno gaseoso . (El gas de mordentado se puede seleccionar de, por ejemplo, el cloruro de hidrógeno gaseoso, H₂F₂ gaseoso, o de la forma gaseosa de cualquiera de los elementos del grupo VIIA. Otros gases de mordentado adecuados serán evidentes para los expertos en la materia o se pueden determinar por esas personas, sin experimentación indebida, y se entenderá que la identidad de tales gases adecuados de mordentado alternativos dependerá de la composición específica del material que va a ser mordentado. La mezcla gaseosa se aplica a la superficie del material a mordentar químicamente en condiciones y durante un tiempo adecuado para retirar la cantidad deseada de fase ligante del material. Tales condiciones y tiempos pueden ser fácilmente fijados, sin experimentación significativa, por los que tengan habilidad ordinaria en la técnica de revestimiento de sustrato.)

3. Purgar la cámara con un flujo de un gas inerte ("inerte", significando que no reacciona con el material ligante), como, por ejemplo, nitrógeno gaseoso, argón, o helio.

4. Revestir la región mordentada del sustrato de material compuesto con por lo menos un recubrimiento de un material resistente al desgaste mediante la introducción de una forma gaseosa reactiva del material resistente al desgaste en la cámara bajo condiciones que causan la deposición del material resistente al desgaste en la región de mordentado. (Estas condiciones, que generalmente incluyen parámetros tales como caudales de gas reactivo, presión de la cámara de gas, temperatura de cámara y / o del sustrato, y tiempo de reacción) pueden ser fácilmente comprobadas por los que tienen habilidad ordinaria en la técnica de recubrimiento de sustrato, una vez informados de la presente invención

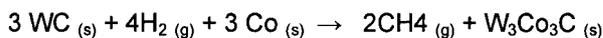
[0021] Aunque el método de la invención se ha divulgado antes como llevándose a cabo en una cámara de un horno de deposición de vapor químico (CVD), se entenderá que la etapa de mordentado se puede realizar en cualquier cámara estanca al ambiente y en la que un flujo de los gases puede ser introducido. Una de las ventajas de llevar a cabo el proceso en un horno CVD es que las etapas de mordentado, purga, y recubrimiento pueden llevarse a cabo de forma secuencial en la cámara del horno sin necesidad de mover los materiales compuestos de una cámara a otra durante el proceso. Así, el método de la invención puede ser programado como parte de un ciclo completo en el horno CVD y realizado en un ciclo. Esta característica de la invención proporciona una clara ventaja sobre los procedimientos en donde una solución líquida de mordentado se utiliza para eliminar material de la fase ligante porque tales soluciones líquidas no se pueden introducir en la misma cámara empleada para recubrir el sustrato por un proceso de CVD o PVD. Además, se ha encontrado que el sustrato se puede mantener más limpio y la profundidad de mordentado puede ser mejor controlada cuando se utiliza un mordentante gaseoso en lugar de un mordentante líquido.

[0022] La etapa de mordentado de la fase ligante del sustrato de material compuesto preferentemente debe quitar material ligante a una profundidad de aproximadamente 3 a aproximadamente 15 micras y más preferiblemente de aproximadamente 4 a unas 6 micras, dentro de la superficie del sustrato. Un mordentado demasiado superficial no proporciona una mejora significativa en la adherencia del revestimiento. Un mordentado demasiado profundo debilita la superficie del sustrato. El tiempo de mordentado puede variar para tener en cuenta las diferencias en la susceptibilidad de la fase ligante particular a eliminar por los gases de mordentado. Los que tienen habilidad ordinaria en la técnica de recubrimiento de sustrato pueden

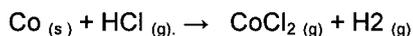
fácilmente determinar el tiempo de mordentado necesario para proporcionar una profundidad deseada de mordentado de un sustrato en particular. La temperatura del sustrato a la cual debe realizarse la etapa de mordentado para eliminar la cantidad deseada de material ligante también dependerá del carácter del ligante, pero se puede determinar fácilmente.

5 [0023] Los depósitos de una fase de W_xCo_yC (en donde $x = 3.9$ e $y = 2.6$), también conocida como fase η (eta), se pueden formar en la superficie del sustratos de material compuesto. La fase eta es una fase dura y frágil deficiente en carbono que fácilmente se puede fracturar y puede ser producida cuando se mordentan sustratos que incluyen el tungsteno, el carbón, y el cobalto. La presencia de la fase eta degrada significativamente las propiedades de los sustratos de material compuesto utilizados en aplicaciones de
 10 eliminación de material (es decir, corte, taladrado, roscado, perforado, etc), y, por tanto, se debe evitar preferentemente la generación de fase eta durante el mordentado y el recubrimiento de sustratos de materiales compuestos y otros sustratos ajustando adecuadamente las condiciones de mordentado y recubrimiento. Por ejemplo, respecto a sustratos de material compuesto que tienen ligante níquel, los sustratos de material compuesto que tienen ligante cobalto deberían ser mordentados a temperaturas del
 15 sustrato inferiores con el fin de inhibir la formación de fase eta en la superficie del sustrato. Los inventores también han determinado que si el hidrógeno gaseoso está presente en una etapa de mordentado que emplea un mordentante gaseoso, el hidrógeno puede combinar con cualquier carbono presente como WC y cualquier cobalto dentro del material de sustrato y en consecuencia hará al WC deficiente en carbono, dando como resultado la formación de una fase eta.

20 Un posible reacción representativa de la formación de una fase eta es la siguiente:



La fase eta no se convierte a $CoCl_2$, como se requiere para que los elementos precursores de la fase eta dejen la superficie del sustrato en forma de gas. Los inventores han concluido que la formación de la fase eta se inhibe significativamente cuando se utiliza nitrógeno o algunos otros gases en sustitución del
 25 hidrógeno gaseoso utilizado junto con gas mordentante durante la etapa de mordentado. Una representación de una posible reacción que ocurre durante el mordentado de un material compuesto que contiene cobalto por un gas mordentante de cloruro de hidrógeno, y en donde el gas mordentante no se aplica al material en combinación con hidrógeno gaseoso, se cree que es de la siguiente manera:



30 El $CoCl_2$ es un producto gaseoso que es barrido del horno de revestimiento durante la etapa de purga.

[0024] Por consiguiente, los inventores han descubierto que la etapa de mordentar un sustrato incluyendo tungsteno, carbón, cobalto y una fase ligante no se efectuará de manera satisfactoria si la mezcla gaseosa mordentante incluye hidrógeno gaseoso. Por ejemplo, cuando se mordenta la fase ligante de un inserto de corte de material compuesto formado por partículas de carburo de tungsteno en un ligante compuesto
 35 fundamentalmente de cobalto usando una mezcla gaseosa mordentante de gases de cloruro de hidrógeno e hidrógeno, el residuo de cobalto sigue en los huecos mordentado entre las partículas de carburo de tungsteno y se puede formar la indeseable fase eta, reduciendo de manera significativa la dureza del sustrato. Los inventores han encontrado que el nitrógeno gaseoso puede ser ventajosamente sustituido por el hidrógeno gaseoso para evitar la formación de la fase eta. En términos más generales, para
 40 garantizar una mejor eliminación de material ligante mordentado con el fin de evitar la formación de fase eta en las superficies de sustrato, los gases que pueden ser sustituidos por el hidrógeno gaseoso en la mezcla gaseosa en la etapa de mordentado del sustrato incluyen los seleccionados de uno o más de nitrógeno

gaseoso y otros gases que no reaccionan con el sustrato o ligante eliminado y que no cambian el estado de oxidación del sustrato. Se cree que tales otros gases incluyen, por ejemplo, gases helio, argón y neón.

[0025] Las representaciones precedentes de reacciones que pueden ocurrir durante el proceso de mordentado se proporcionan sólo para ilustrar mejor los posibles mecanismos de reacción, y no deben ser consideradas que limiten en manera alguna el alcance de la invención.

[0026] Como se mencionó anteriormente, el gas mordentante que se puede utilizar en la etapa de mordentado del método de la presente invención puede ser cualquier gas que eliminará adecuadamente la profundidad deseada de fase ligante en una zona superficial del sustrato de material compuesto que está siendo mordentada. Tales gases mordentantes incluyen, por ejemplo, gas HCl, gas H_2F_2 , y la forma gaseosa de cualquiera de los elementos del grupo VIIA en la tabla periódica de los elementos.

[0027] La etapa de purga que ocurre con posterioridad a la etapa de mordentado es necesaria para eliminar cualquier producto de la reacción de mordentado y cualquier mordentante que quede en la cámara, y para reducir cualquier riesgo de explosión. Cualquier gas o combinación de gases que elimine adecuadamente los productos reactivos y gases mordentantes residuales y que no reaccione con el ligante o componentes de partículas duras del material compuesto puede ser utilizado como gas de purga. Los gases de purga adecuados incluyen, por ejemplo, uno o más de gases nitrógeno, helio, y argón.

[0028] Una vez mordentado, el sustrato puede entonces ser recubierto con un material de recubrimiento resistente al desgaste por cualquier proceso convencional de recubrimiento de sustratos compuestos. Estos procesos incluyen, por ejemplo, CVD, PVD, arco de plasma y los procesos de super reticulación. Aún otros procedimientos de recubrimiento de material compuesto serán fácilmente evidentes para los expertos en las técnicas de recubrimiento de sustratos. Todos esos otros procesos de recubrimiento adecuados pueden ser utilizados en el presente procedimiento posteriormente al procedimiento de mordentado por gas. Cualquier proceso de recubrimiento utilizado para depositar material resistente al desgaste sobre un sustrato de material compuesto mordentado por el procedimiento del presente método se lleva a cabo bajo condiciones por las que el material resistente al desgaste puede al menos parcialmente infiltrar los huecos en el material compuesto creados por eliminación de material ligante. Un experto con habilidad ordinaria fácilmente puede determinar tales condiciones, sin experimentación indebida.

[0029] A un nivel básico, la presente invención se refiere a un método para eliminar material ligante de una región de un material compuesto, y el método inventivo no necesita incluir la etapa de recubrimiento posterior. Un sustrato compuesto que tenga una superficie áspera puede ser producido por este método. Se pueden utilizar sustratos compuestos rugosos en una variedad de aplicaciones conocidas, como, por ejemplo, puntas de bolas de bolígrafos, en donde una superficie rugosa proporciona una mayor tracción. Además, los sustratos pueden ser mordentados por el presente método y después recubiertos en algún momento posterior y / o en una instalación diferente, en lugar de en un solo procedimiento en el que se combinan las etapas de mordentado y de recubrimiento. Un ejemplo de un revestimiento que se puede aplicar en un procedimiento alejado en el tiempo del procedimiento de mordentado y / o en otra instalación es un recubrimiento de diamante.

[0030] Los siguientes son ejemplos reales que ilustran realizaciones del método de la presente invención. Los ejemplos siguientes son sólo ejemplos ilustrativos, y no debe considerarse de ninguna manera que limitan el alcance de la presente invención.

Ejemplo 1

[0031] Un horno de recubrimiento Bernex 250 CVD fue preparado introduciendo en la cámara de recubrimiento del horno un flujo de 10 l/min (litros / minuto) de hidrógeno gaseoso para establecer una presión de hidrógeno gaseoso de 200 mbar dentro de la cámara. La cámara se calentó a 850°C. Un sustrato de carburo cementado compuesto de material de calidad H-91 disponible de Stellram, Vergne, Tennessee, fue colocado en la cámara del horno preparada y la atmósfera de la cámara se calentó a 850 °. El material de calidad H-91 se compone de 88,5 por ciento en peso de carburo de tungsteno, 11,0 por ciento en peso de cobalto, y un 0,5 por ciento en peso de una mezcla de TiC, TaC, y NbC. El material presenta una dureza de 89,7 HRA, 14,40 g / cc de densidad, y una resistencia a la rotura transversal de aproximadamente 389.000 psi.

[0032] El flujo de hidrógeno gaseoso se detuvo entonces, y un flujo simultáneo de 20 l / min de nitrógeno gaseoso y 1 l / min de gas cloruro de hidrógeno se introdujo en la cámara para proporcionar una presión de la cámara de 800 mbar. El ligante fue mordentado a una profundidad de aproximadamente 5 micras en la superficie del sustrato haciendo pasar el flujo concurrente de gas N₂/HCl en la cámara durante 25 minutos, y luego interrumpiendo el flujo de gas HCl. Mientras se mantenía la atmósfera de la cámara a 850°C, la cámara se purgó a continuación, durante 15 minutos continuando con el flujo de 20 litros / min de gas N₂ mientras se establecía una cámara de presión de 60 mbar

[0033] Después de la purga de la cámara, y sin quitar el sustrato mordentado de la cámara, el sustrato mordentado fue recubierto con un recubrimiento fresado y torneado a temperatura moderada (en lo sucesivo "recubrimiento MT-fresado"), que es un recubrimiento multicapa de inserto que consiste en dos capas de TiN de aproximadamente 1 micra con un recubrimiento de TiCN de aproximadamente 3 micras dispuesta entre las dos capas de TiN. El recubrimiento MT-fresado se depositó sobre el sustrato introduciendo en la cámara del horno flujos de gases que producirán recubrimientos de TiN, TiCN y, a continuación TiN, en este orden, de la siguiente manera.

[0034] Antes de que el procedimiento de recubrimiento se iniciara, la atmósfera de la cámara se calentó a 920°C y la presión de la cámara se restableció a 160 mbar. Después que la presión se estableció se proporcionó una primera capa de TiN sobre el sustrato iniciando un flujo de nitrógeno gaseoso de 9 l / min, aumentando el flujo de hidrógeno gaseoso a 14 l / min, e iniciando un flujo de gas TiCl₄, de 1 ml / min. Se permitió que los flujos simultáneos de los tres gases continuaran durante 60 minutos mientras la presión de la cámara se mantuvo en alrededor de 160 milibares. Durante el período de 60 minutos, la temperatura del horno se redujo 5-10°C cada quince minutos para estar en aproximadamente 895°C al final del período.

[0035] El recubrimiento interpuesto de TiCN fue producido por la reducción del flujo de nitrógeno gaseoso a 8 l / min, y luego restableciendo la presión de la cámara a 60 mbar. El flujo de gas TiCl₄ se elevó entonces a 2,4 ml / min. Una vez que todos los flujos fueron constantes, se inició un flujo de CH₃CN gaseoso generado por vaporización de un caudal de 0,3-0,4 ml / min de flujo de CH₃CN líquido. Los flujos de gas concurrentes continuaron durante 2 horas, durante la primera hora de las cuales se redujo la temperatura del horno a 870°C. Al final del periodo de 2 horas, los flujos de CH₃CN y TiCl₄ gaseosos se interrumpieron.

[0036] Para prepararse para la deposición de la segunda capa de TiN, el flujo de nitrógeno gaseoso se suspendió, se estableció la presión de la cámara a 500 mbar, el flujo de hidrógeno gaseoso se restableció a 12 l / min, y la temperatura del horno se fijó en 940°C. Cuando la temperatura se alcanzó, la presión se estableció a 60 mbar, el flujo de hidrógeno gaseoso se restableció a 10,5 l / min, el flujo de nitrógeno gaseoso se restableció a 4,5 l / min, y el flujo de TiCl₄ gaseoso se restableció a 1,4 ml / min. Al llegar al objetivo de caudal de 1,4 l / min TiCl₄ gaseoso, los flujos se continuaron a temperatura durante 30 minutos,

momento en el que la presión se restableció a 800 mbar y los flujos de gas continuaron durante otros 30 minutos. El horno se purgó a continuación, cerrando el flujo de $TiCl_4$ gaseoso, restaurando la presión de la cámara a 600 mbar, aumentando el flujo de hidrógeno gaseoso a 12 l / min, y reduciendo el flujo de nitrógeno gaseoso a 3,5 l / min. Los flujos de gas restablecidos continuaron durante quince minutos. El

[0037] Se observó que el recubrimiento MT-fresado infiltró al menos una parte de los huecos mordentados en la superficie del sustrato.

Ejemplo 2

[0038] El Horno Bernex 250 ECV utilizado en el ejemplo 1 se preparó utilizando el procedimiento descrito en ese ejemplo. Un cermet sustrato compuesto por material SD-5, (un material fuera del alcance de la invención reivindicada), pero teniendo el mismo tamaño y forma que el sustrato en el ejemplo 1, se colocó en el horno de recubrimiento y la atmósfera del horno se calentó a 920°C. El material SD-5 es un material de grado cermet disponible de Stellram, Vergne, Tennessee, y se compone de partículas de TiCN y Mo_2C en un ligante Co/Ni. El material SD-5 tiene la composición elemental aproximada 45.2Ti, 22.6 Mo, 10.9 C, 2,3 N, 19.0 Ni, y exhibe las siguientes propiedades mecánicas aproximada: dureza HRA 91,8, densidad 6,30 g/cc, y una resistencia a la rotura transversal de 300.000 psi . Después de calentar la atmósfera del horno a 920°C, el ligante Co/Ni fue mordentado luego a una profundidad de 5 micras desde la superficie del sustrato, utilizando flujos simultáneos de cloruro de hidrógeno y de nitrógeno gaseosos a caudales, presión y tiempo de reacción utilizados en el ejemplo 1 anterior. La cámara del horno se purgó a continuación, utilizando un flujo de 20 l/min de N_2 gaseoso durante 15 minutos a una presión de la cámara de 60 milibares. El compuesto mordentado fue luego recubierto con un recubrimiento de fresado-MT utilizando el procedimiento del ejemplo 1. El recubrimiento MT-fresado infiltró los huecos mordentados a una profundidad de aproximadamente 5 micras \pm 1 micra, y con aproximadamente 1 micra del recubrimiento dispuesto sobre la superficie del sustrato.

Ejemplo 3

[0039] Tres insertos de corte Stellram de tipo SEKN-42-AF4B compuestos por material SD-5 (como se describe en el Ejemplo 2 y fuera del alcance de la invención reivindicada) fueron primero mordentados y luego recubiertos con el recubrimiento MT-fresado por el siguiente procedimiento.

[0040] Una cámara de horno CVD se preparó utilizando el procedimiento descrito en el Ejemplo 1. Los insertos de corte SD-5 se insertaron a continuación en la cámara del horno y fueron mordentados por el procedimiento del ejemplo 2. Una vez mordentados, los insertos se recubrieron con recubrimiento MT-fresado por el procedimiento del ejemplo 1. El recubrimiento MT-fresado producido sobre los insertos mordentados por el procedimiento anterior fue de aproximadamente 5 micras de grosor y el recubrimiento superficial de TiN infiltró los huecos mordentados en las superficies de los insertos. Aproximadamente 5 micras del recubrimiento se extendieron sobre las superficies de los insertos. La figura 1 es una microfotografía (2040X) de una sección transversal preparada de la superficie de uno de los insertos de SD-5 mordentados y recubiertos. La microfotografía muestra la infiltración del recubrimiento MT-fresado en los huecos mordentados en la superficie del inserto. La infiltración del recubrimiento en los huecos aumentó la adherencia del revestimiento al inserto y mejoró la resistencia al choque térmico del recubrimiento.

[0041] Los tres insertos SD-5 mordentados y recubiertos y tres insertos del mismo tipo que estaban sin mordentar y sin recubrir se insertaron a la vez en una cizalla de seis insertos HSM-3E4-45 EZ de Teledyne

(Lavergne, Tennessee) que a continuación se instaló en una máquina de fresado Bridgeport 2 HP y se ensayaron en las condiciones de fresado siguientes:

- acero 8620 de 20-25 dureza Rockwell C
- 800 pies de superficie por minuto
- 5 0.050 pulgadas de profundidad de corte
- 0,004 a 0,005 pulgadas por diente (avance)
- 16.5 pulgadas de longitud de corte
- 2,5 pulgadas de ancho de corte

[0042] Los insertos SD-5 fueron retirados e inspeccionados después de cada dos pasadas de fresado de 10 16,5 pulgadas. Después de las primeras dos pasadas, un inserto SD-5 sin recubrir tenía una grieta térmica iniciada y los cinco insertos SD-5 restantes no mostraron fisuras térmicas. Después de diez pasadas, los tres insertos SD-5 sin mordentar / sin recubrir exhibieron una o más grietas térmicas, mientras que sólo un insert SD-5 mordentado y recubierto exhibió una única grieta térmica. El ensayo de fresado se concluyó después de 18 pasadas, momento en el que cada inserto sin recubrimiento sin mordentar / sin recubrir 15 mostró 2-4 grietas térmicas en sus bordes usados, mientras que existía una sola grieta térmica en un inserto mordentado y recubierto. Las condiciones de una superficie de borde de cada uno de los tres insertos SD-5 mordentados / recubiertos después de 10 y 18 pasadas se muestran en las figuras 2a-c y 3a-c, respectivamente. Las condiciones de borde usado de los tres insertos SD-5 sin mordentar / sin recubrir después de 10 y 18 pasadas se muestran en las figuras 4a.c y 5a-c, respectivamente.

20 Ejemplo 4

[0043] Tres insertos de corte Stellram SEKN-42-AF4B compuestos por material T-14 fueron mordentados y luego recubiertos con un recubrimiento fresado-MT por el método utilizado en el ejemplo 3. El material T-14 es un material de grado fresado disponible de Stellram (La Vergne, Tennessee) con una composición nominal compuesta de un 70 por ciento en peso de carburo de tungsteno y 20 por ciento en peso de una 25 combinación de carburo de tántalo, niobio, y carburo de titanio. Las partículas del material anterior están unidos por un ligante de cobalto que es el 10 por ciento en peso del peso total del material. El material T-14 típicamente exhibe una dureza de 91.20 HRA, 12.43 g / cc de densidad, y una resistencia promedio a rotura transversal de 296.000 psi.

[0044] Los tres insertos T-14 mordentados y recubiertos y tres insertos T-14 sin mordentar y sin recubrir del 30 mismo tipo se insertaron a la vez en una cizalla de seis insertos HSM-3E4-45 EZ de Teledyne (Lavergne, Tennessee), se instalaron en una máquina de fresado Bridgeport 2 HP y se ensayaron en las condiciones de fresado siguientes:

- Acero 4140 de dureza 40-45 Rockwell C
- 500 pies de superficie por minuto
- 35 0.050 pulgadas de profundidad de corte de
- 0,004 a 0,005 pulgadas por diente (avance)
- 14 pulgadas de longitud de corte
- 2.5 pulgadas de ancho de corte

[0045] Después de cuatro pasadas en las condiciones anteriores, las regiones de corte de los insertos T-14 40 mordentados y recubiertos no mostraron evidencia de grietas o deformaciones térmicas, al examinarlas bajo un microscopio de 40X. Después de cuatro pasadas todos los insertos T-14 sin mordentar y sin recubrimiento exhibieron numerosas fisuras térmicas con una inserción en rotura por agrietamiento térmico.

Como se usa aquí, "rotura por agrietamiento térmico" es el punto en el que dos o más grietas térmicas se conectan y justo antes de que la superficie del inserto se fracture. Microfotografías que muestran el estado de la región de corte de los tres insertos T-14 mordentados y recubiertos y los tres insertos T-14 sin mordentar y sin recubrimiento se muestran en las figuras 6a-c y 7a-c, respectivamente. El ensayo demostró que utilizando el método de la presente invención para mordentar sustratos compuestos con ligante de cobalto a una profundidad de 10 micras y luego recubrir los sustratos proporciona un inserto recubierto que muestra resistencia de borde significativa y una mayor resistencia a la delaminación de borde/recubrimiento, desprendimiento de recubrimiento, y fractura de borde. Se lograron resultados similares a los del ensayo de fresado del inserto SD-5 del ejemplo 3 porque los sustratos T-14 mordentados y recubiertos por el método de la presente invención proporcionaron una mayor resistencia al agrietamiento térmico del material en base a cobalto.

Ejemplo 5

[0046] Se obtuvieron insertos de corte tipo Stellram SEKN-42-AF4B compuestos de material de grado H-91. La mitad de los insertos H-91 se recubrieron con recubrimiento MT-fresado en un horno Bernex 325 utilizando un procedimiento automatizado sustancialmente similar al procedimiento de recubrimiento MT-fresado descrito antes para proporcionar un recubrimiento de capas sobre los insertos compuesto de aproximadamente 1 micra TiN, aproximadamente 3 micras TiCN, y luego 1 micra TiN, siendo aproximados todos los espesores. El resto de insertos grado H-91 fueron mordentados en un horno Bernex 250 CVD mediante el procedimiento del ejemplo 1 y los insertos mordentados fueron luego recubiertos por fresado-MT en el horno por el procedimiento descrito en el Ejemplo 3. Se determinó que los espesores totales de recubrimiento fresado-MT eran 6,2 micras para los insertos sin mordentar / recubiertos y 5.4 micras para los insertos mordentados / recubiertos. Una microfotografía de la superficie recubierta de uno de los insertos H-91 mordentados y recubiertos se muestra en la Figura 8. La figura demuestra la infiltración del recubrimiento en la superficie mordentadas de los insertos.

[0047] Insertos H-91 únicos mordentados / recubiertos o sin mordentar / recubiertos se instalaron en una cizalla de siete insertos Teledyne HSM-5E4-45 EZ de 5 pulgadas de diámetro, instalado en una fresadora Kearney-Trecker de 25 HP, y se ensayaron bajo las siguientes condiciones de fresado:

fundición nodular ASTM A536 (F-33100 UNS unificado)

875 pies de superficie por minuto

0.125 pulgadas de profundidad de corte

0,008 pies por diente

20 pulgadas de longitud de corte

4 pulgadas de ancho de corte

Cada inserción fue retirado después de una pasada y examinado. Después de una pasada, cada uno de los insertos ensayados sin mordentar / recubiertos mostró 6-7 grietas térmicas, mientras que los insertos de ensayo que habían sido mordentados y recubiertos por el método de la presente invención exhibieron sólo una grieta térmica único. Microfotografías 30X de un inserto H-91 mordentado / recubierto, después de una pasada de fresado y un inserto sin mordentar / recubierto después una pasada de fresado se proporcionan en las figuras 9 y 10, respectivamente.

[0048] Este ejemplo 5 comparó insertos compuesto por materiales de base idénticos y revestimientos idénticos, siendo la única diferencia significativa que las muestras de ensayo de una serie fueron mordentadas primero por el presente método y el recubrimiento MT-fresado había infiltrado los intersticios

resultantes en las superficies de los insertos. Los insertos mordentados e infiltrados exhibieron resistencia significativamente aumentada al agrietamiento térmico respecto a los insertos recubiertos sin mordentar.

Ejemplo 6

5 [0049] Un elemento de metal pesado que contiene 90 por ciento en peso de partículas metálicas de tungsteno suspendido en 10 por ciento en peso de un ligante de níquel / hierro (un material fuera del alcance de la invención reivindicada) fue mordentado y recubierto con un recubrimiento MT-fresado, utilizando los procedimientos que descritos generalmente en los ejemplos anteriores implicando un inserto compuesto de material SD-5. Microfotografías 21X de secciones de la pieza de metal mordentada y recubierta tomadas a través de la superficie recubierta se muestran en las figuras 11a-11d. Las microfotografías mostraron la infiltración del recubrimiento en los huecos mordentados en el ligante hierro-níquel del elemento metálico.

10 [0050] En cada uno de los ejemplos anteriores 1, 4 y 5, los sustratos de material compuesto que fueron mordentados usando el método de la presente invención no presentaron evidencia de la formación de una fase eta.

15

20

25

30

35

40

Reivindicaciones

1. Un método que comprende:

proporcionar un sustrato que comprende un material compuesto de partículas de un material constitutivo duro incluyendo tungsteno y carbono unidos entre sí por una fase ligante que incluye cobalto, y

mordentado una superficie de dicho sustrato en donde dicha etapa de mordentado comprende poner en contacto dicha superficie con un flujo gaseoso sustancialmente libre de hidrógeno gaseoso y que comprende un gas mordentador y un segundo gas por un período de tiempo que eliminará una porción de dicha fase ligante, dicho segundo gas comprendiendo uno o más gases que no reaccionarán con dicho sustrato o dicha porción y que no cambiará el estado de oxidación de dicho sustrato durante dicha etapa de mordentado.

2. El método de la reivindicación 1 caracterizado porque dicho segundo gas no reaccionará con dicho sustrato durante dicha etapa de mordentado para formar una fase eta en dicha superficie.

3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2 caracterizado porque dicho segundo gas es uno o más seleccionados de nitrógeno gaseoso, helio gaseoso, argón gaseoso y neón gaseoso.

3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2 caracterizado porque dicho segundo gas es uno o más seleccionados de nitrógeno gaseoso, helio gaseoso, argón gaseoso y neón gaseoso.

4. El método recitado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el gas mordentador es uno o más seleccionados de cloruro de hidrógeno gaseoso, H_2F_2 gaseoso, F_2 gaseoso, Cl_2 gaseoso, Br_2 gaseoso, e I_2 gaseoso.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el flujo de gas comprende cloruro de hidrógeno gaseoso y nitrógeno gaseoso.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque en dicha etapa de mordentado dicha fase ligante se elimina de dicha superficie hasta una profundidad de entre cerca de 3 micras a unas 15 micras.

7. El método de la reivindicación 6 caracterizado porque en dicha etapa de mordentado dicha fase ligante se elimina de dicha superficie hasta una profundidad de entre cerca de 4 micras a cerca de 6 micras.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque dicho material compuesto se selecciona de carburos cementados y cermets.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-7 caracterizado porque dicho material constitutivo duro comprende uno o más materiales seleccionados del grupo constituido por:

un material de carburo seleccionado del grupo que consiste en carburo de tungsteno, carburo de titanio, carburo de tántalo, carburo de niobio, carburo de vanadio, carburo de cromo, carburo de molibdeno, y carburo de hierro;

un carbonitruro de un metal refractario;

un nitruro de un metal refractario;

un carbonitruro de un elemento seleccionado del grupo que consiste en W, Ti, Ta, Nb, V, Cr, Mo y Fe;

un óxido de un elemento seleccionado del grupo que consiste de aluminio, circonio, y magnesio;

un boruro de un elemento seleccionado del grupo que consiste de aluminio, circonio, y magnesio; y

un material seleccionado del grupo que consiste en tungsteno, un material que contiene molibdeno, y un material que contiene tungsteno.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque dicha fase ligante comprende uno o más materiales seleccionados del grupo formado por cobalto, níquel, hierro, elementos dentro del grupo VIII de la tabla periódica, cobre, tungsteno, zinc y renio.
- 5 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque dicho material constitutivo duro comprende carburo de tungsteno y en donde dicha fase ligante comprende cobalto.
12. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque dicha etapa de mordentado se produce dentro de una cámara en la que se introduce dicho flujo de gas.
- 10 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende la aplicación de un recubrimiento a al menos una porción de dicha superficie mordentada, dicha superficie mordentada comprendiendo huecos producidos por eliminación de dicha porción de dicha fase ligante, por lo menos una porción de dicho recubrimiento siendo depositada en por lo menos una porción de dichos huecos en dicha superficie mordentada.
14. El método de la reivindicación 13 caracterizado porque dicho recubrimiento aumenta la resistencia al desgaste de dicho sustrato.
- 15 15. El método de la reivindicación 13 o reivindicación 14 caracterizado porque dicho recubrimiento se compone de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en TiC, TiN, TiCN, diamante, Al₆O₃, TiAlN, HfM, HfCN, HfC, ZrN, ZrC, ZrCN, BC, Ti₂B, Mos, Cr₃C₂, CrCN CrN, y NC.
16. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15 caracterizado porque dicho recubrimiento es un recubrimiento MT-fresado.
- 20 17. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el sustrato se selecciona del grupo que consiste de insertos de corte de metal, matrices, punzones, estampas, dispositivos de roscar, troqueles, dispositivos de fresado, dispositivos de torneado, dispositivos de taladrado, perforación, brocas de minería, barrenas de perforación, triconos, cabezas de percusión, dispositivos de aplanado vial, cabezas para trabajar la madera, cuchillas de trabajo de madera, dispositivos de trefilado,
- 25 dispositivos de minería, dispositivos de extrusión, dispositivos de rodillos de fresado de varillas, y piezas de desgaste usadas en ambientes corrosivos.
18. El método de la reivindicación 16 caracterizado porque dicho recubrimiento es un recubrimiento multicapa resistente al desgaste, en donde dicho recubrimiento multi-capa resistente al desgaste comprende dos capas de TiN de aproximadamente 1 micra con una capa de TiCN de aproximadamente 3
- 30 micras dispuesta entre las dos capas de TiN.



5

FIGURA 1



FIG.
2a

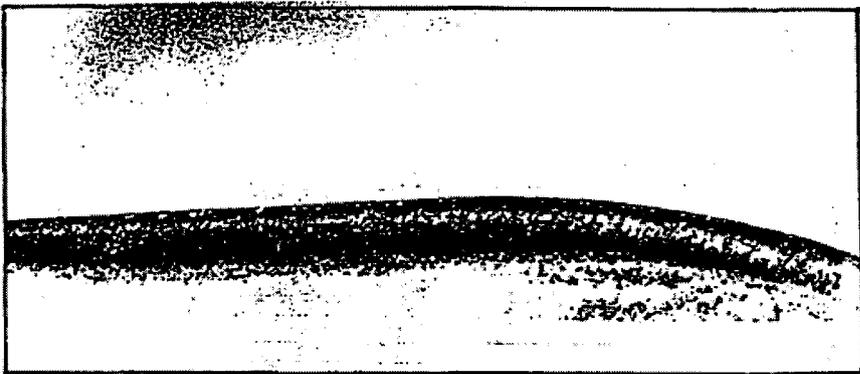


FIG.
2b



FIG
2c

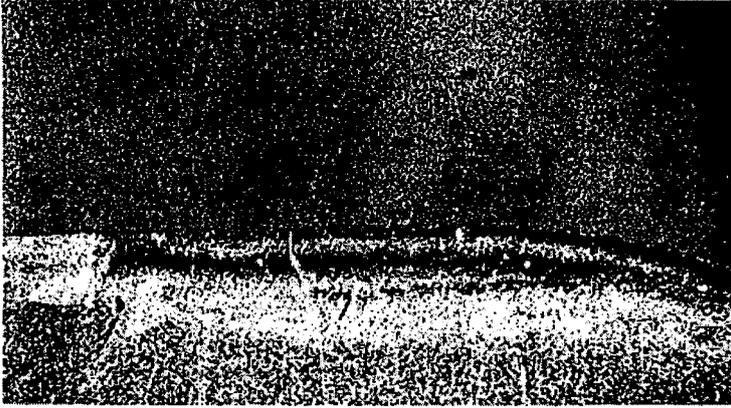


FIG.
3A

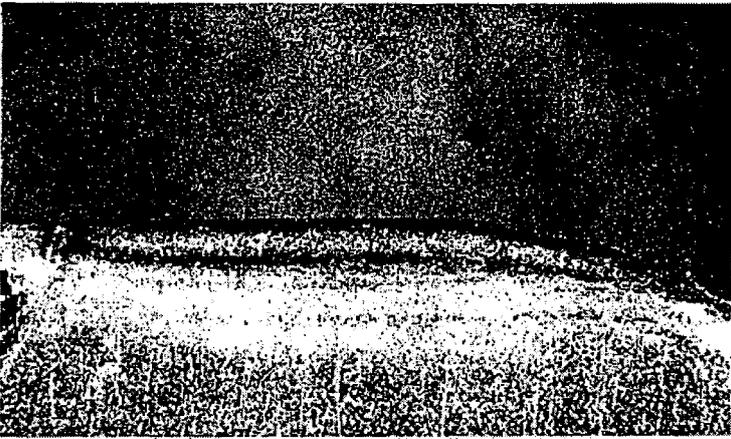


FIG.
3B

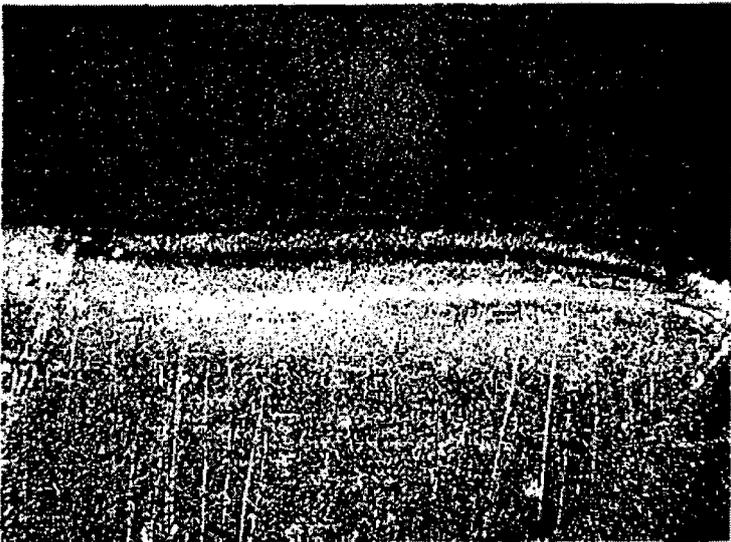


FIG.
3C



FIG.
4a

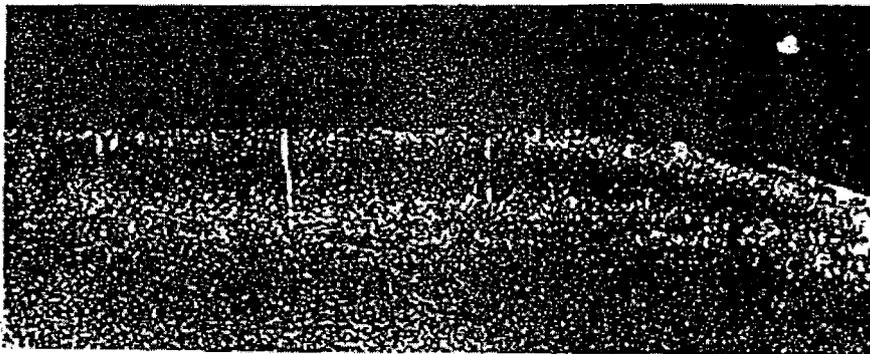


FIG.
4b

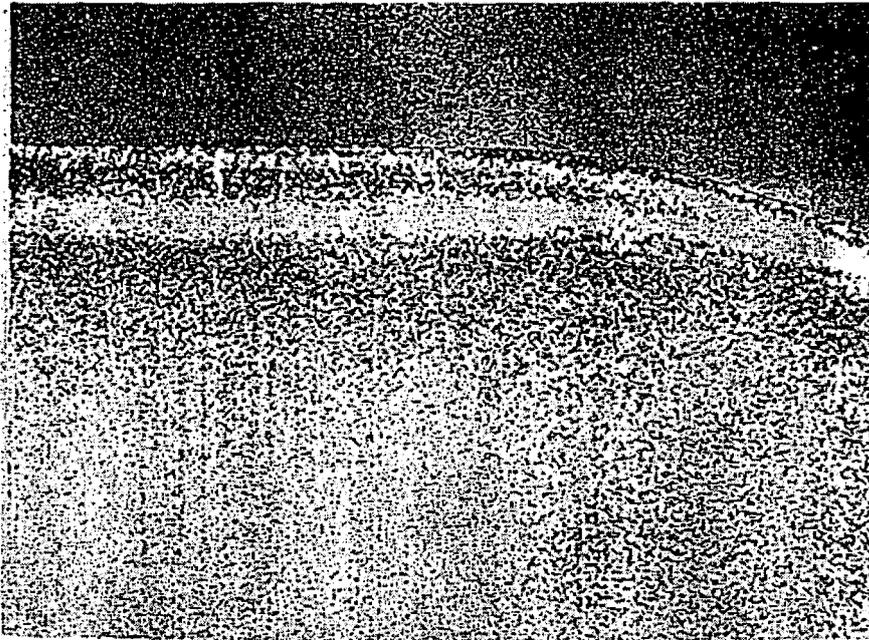


FIG
4c

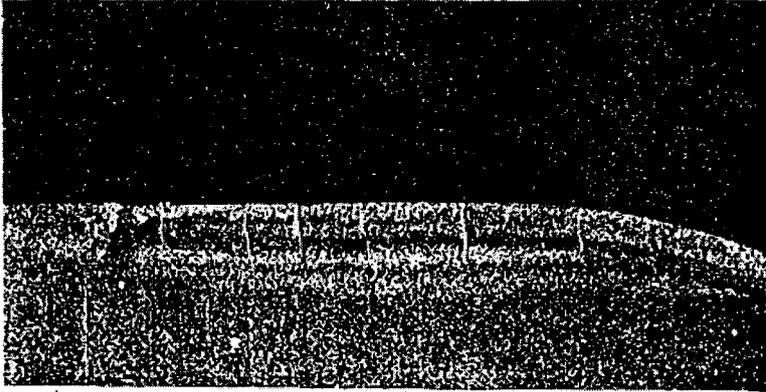


FIG.
5A

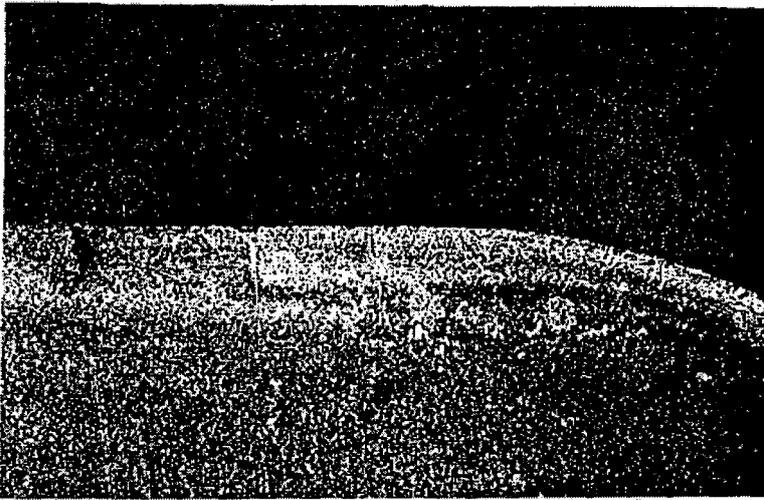


FIG.
5B

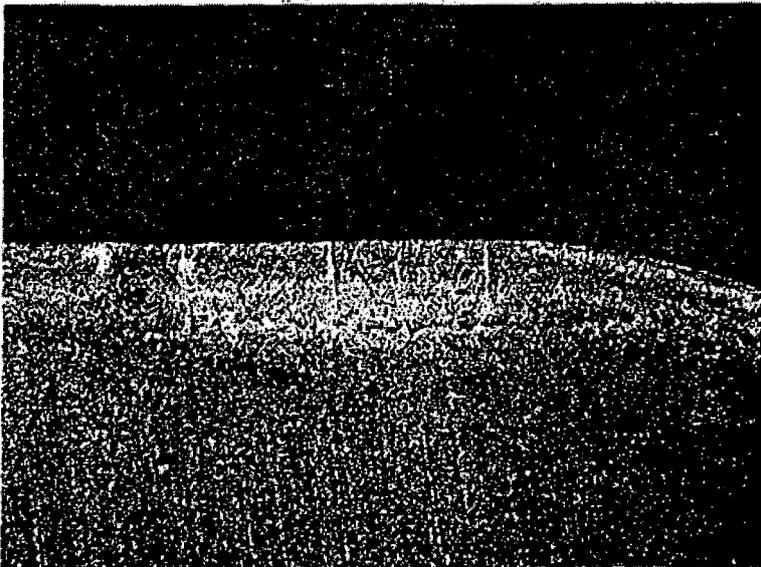


FIG.
5C

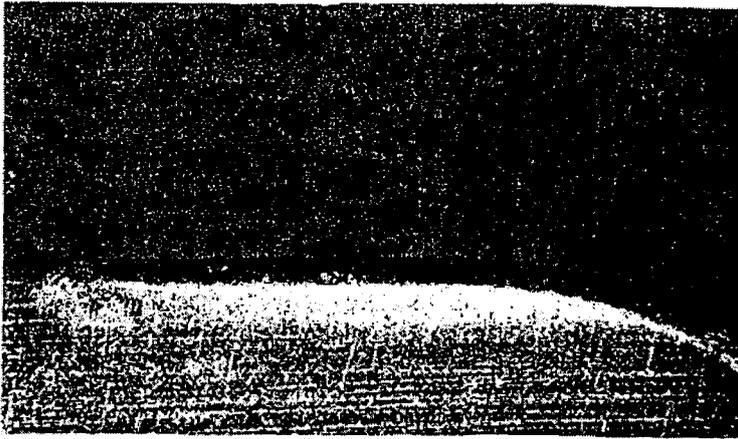


FIG.
6A

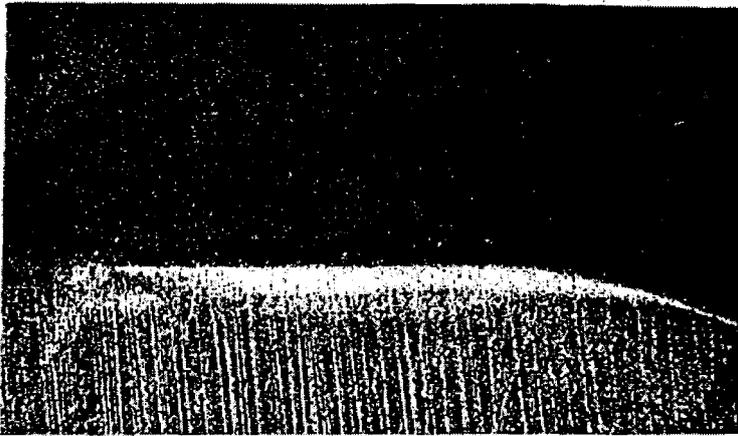


FIG.
6B

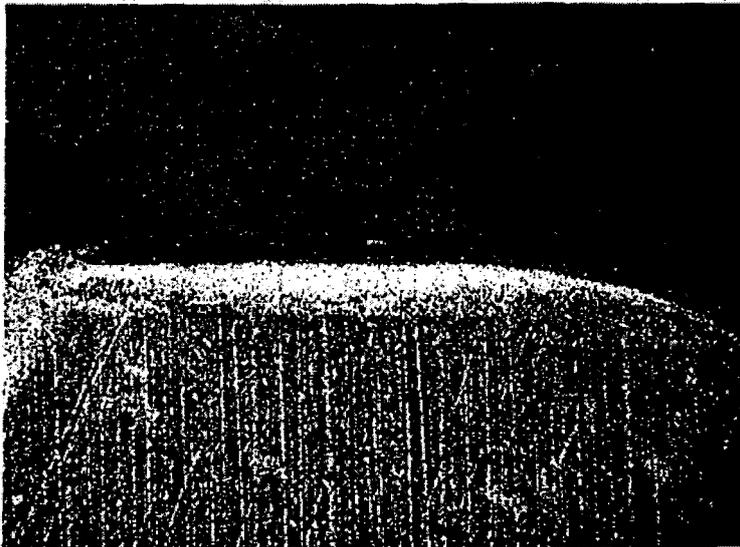


FIG.
6C

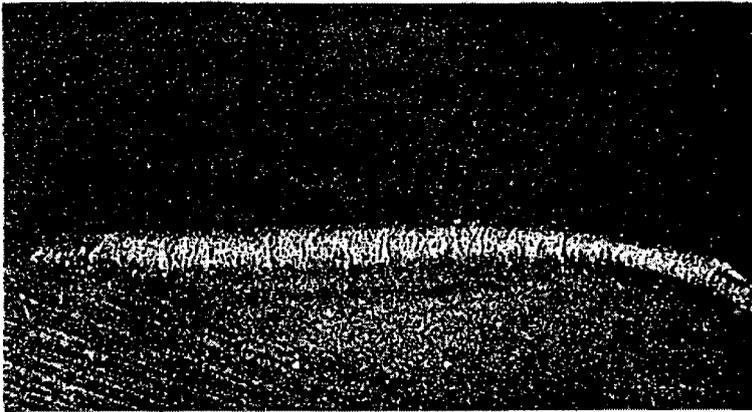


FIG.
7A

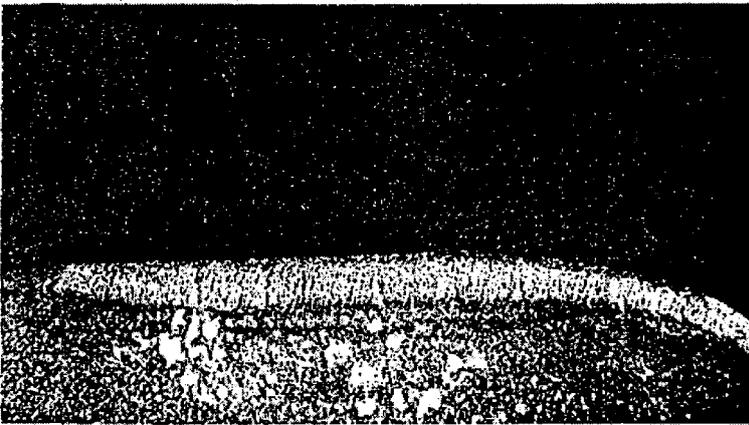


FIG.
7B



FIG
7C



5

FIGURA 8

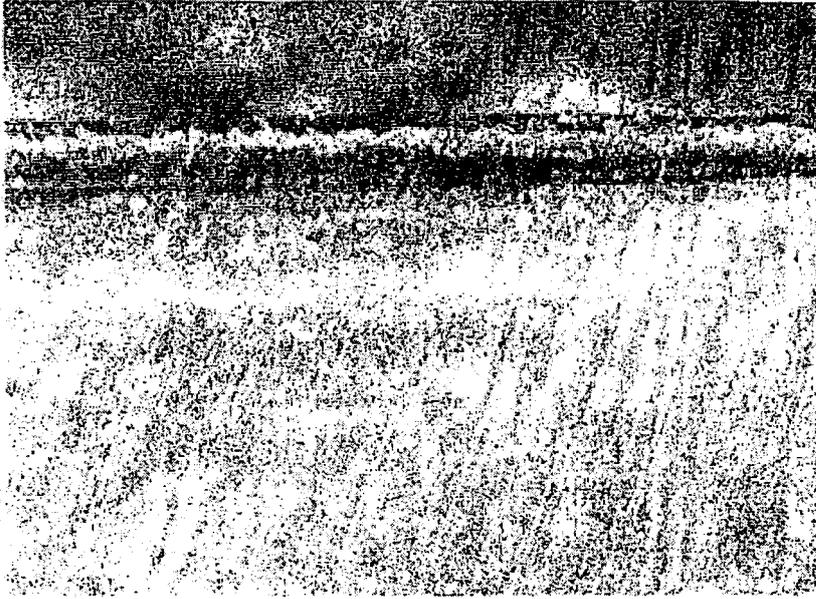


FIG.
9

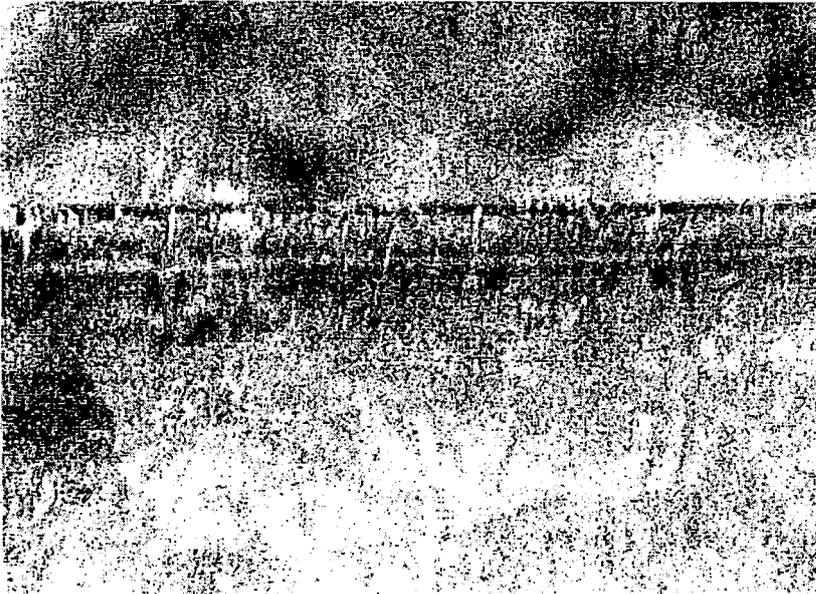


FIG.
10

FIG. 11b



FIG. 11d

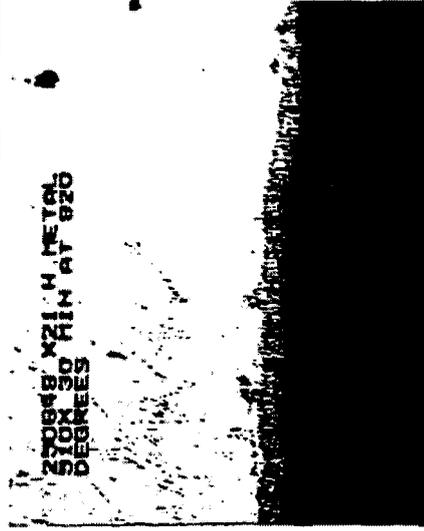


FIG. 11a



FIG. 11c

