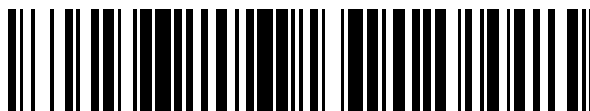


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 711**

51 Int. Cl.:

B21J 13/02 (2006.01)

B21D 37/01 (2006.01)

C23C 14/06 (2006.01)

C23C 28/04 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2012 PCT/JP2012/074627**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13047548**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2012 E 12835242 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 2762248**

54 Título: **Elemento recubierto con excelentes propiedades de deslizamiento**

30 Prioridad:

28.09.2011 JP 2011211963

27.03.2012 JP 2012071223

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

06.08.2018

73 Titular/es:

HITACHI METALS, LTD. (100.0%)

2-70, Konan 1-chome, Minato-ku

Tokyo 1088224 , JP

72 Inventor/es:

HONDA, FUMIAKI y

INOUE, KENICHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 677 711 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

Elemento recubierto con excelentes propiedades de deslizamiento

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a elementos recubiertos que se requiere que tengan propiedades deslizantes, tales como resistencia a la abrasión y resistencia al desgaste, en ambientes en los que deslizan sobre piezas de trabajo, tales como componentes deslizantes que constituyen diversas máquinas y troqueles para prensado y forjado.

Antecedentes de la técnica

10 En los últimos años, se han empleado ampliamente métodos para aumentar la resistencia a la abrasión y la resistencia al desgaste de las superficies de trabajo de los troqueles por tratamiento superficial de las superficies de trabajo de diversos modos. Entre estos métodos, un método que conlleva revestimiento (recubrimiento) permite cubrir con una película dura que tiene una dureza Vickers (HV) superior a 1.000 y proporciona una excelente adhesión con una superficie de un material base, de tal modo que un troquel recubierto obtenido aplicando el método tiene una vida muy prolongada.

15 Como ejemplos prácticos de la película dura, se incluyen una película de un carburo de titanio (que se representa por TiC por el símbolo de los elementos; lo mismo será aplicable aquí en lo sucesivo) depositada mediante un método de deposición química de vapor (método DQV), una película de VC depositada mediante un método de baño salino y películas de TiCN, TiC, VCN, VC, CrN, CrAlN, AlCrN, etc. depositadas mediante un método de deposición física de vapor (método DFV). Entre los diversos medios de recubrimiento, el método DFV es efectivo en un procedimiento de recubrimiento de un troquel, ya que el método DFV permite llevar a cabo el recubrimiento a una temperatura igual o inferior a la temperatura de revenido.

20 Además, con los avances en las mejoras en cuanto a resistencia de las piezas de trabajo, los avances en los aumentos de precisión de los productos procesados y los avances en los aumentos en cuanto a velocidad de los ciclos de moldeo, se han aumentado las cargas sobre las superficies de trabajo de los troqueles de trabajo de plástico. En estas circunstancias, ha habido un gran uso de troqueles recubiertos que tienen películas duras sobre las superficies de trabajo. Especialmente en el caso de troqueles para uso en el trabajo en frío, se han usado TiCN y TiC, ya que tienen una gran dureza y un bajo coeficiente de fricción.

25 Se ha exigido a los troqueles recientes que tengan excelente resistencia al calor para poder trabajar en templado y en caliente, además de mayor resistencia de las piezas de trabajo y formas más complicadas de los troqueles. Considerando estos requisitos, como película dura depositada sobre un troquel por el método de DFV, existe, por ejemplo, una película de nitruro de AlCrSi, que se fabrica añadiendo un tercer elemento a la película de nitruro de AlCr, que es excelente en cuanto a resistencia a la abrasión y resistencia a la oxidación (Documentos de patente 1 y 2).

30 Por otra parte, en el campo de las herramientas de corte, se describe una película dura en la que se laminan CrN y un nitruro, siendo el nitruro un nitruro de al menos un elemento seleccionado entre los elementos del Grupo 4a, los elementos del Grupo 5a, los elementos del Grupo 6a, Al y Si, que son excelentes en cuanto a resistencia a la abrasión y resistencia al calor (Documento de patente 3).

35 Además, como película dura adecuada para una herramienta de corte y un elemento de deslizamiento, se describe una película dura en la que se laminan alternativamente un nitruro de cromo y VN (Documento de patente 4).

40 Se espera un cierto grado de prolongación de la vida de un troquel disponiendo una película dura de cualquiera de los documentos de patente 1 a 4 sobre una superficie del troquel. Sin embargo, cuando se usa para un troquel de trabajo de plástico, tal como un troquel para prensado o un troquel para forjado, que se encuentra en un ambiente de deslizamiento particularmente hostil, la película dura sufre significativamente de desgaste, tal como abrasión o desgaste, debido al deslizamiento de la superficie de trabajo contra una pieza de trabajo, y ha habido oportunidad para la mejora en las propiedades deslizantes.

45 Los solicitantes de la presente solicitud proponen, como medio para mejorar las propiedades deslizantes, una herramienta recubierta cuyo material de base tiene una superficie recubierta con una película dura en la que se laminan alternativamente un nitruro de AlCrSi y un nitruro de V, teniendo la película dura un grosor de película de 3 μm o más, una rugosidad superficial Ra inferior a 0,2 μm , una rugosidad superficial Rz inferior a 2,0 μm y una rugosidad superficial Rsk inferior a 0 (Documento de patente 5).

Lista de citas

50 Literatura de patentes

Documento de patente 1: JP-2005-042146 A

Documento de patente 2: JP-2003-321764 A

Documento de patente 3: JP-2007-111815 A

Documento de patente 4: JP-2005-256081 A

Documento de patente 5: JP-2011-183545 A

Documento de patente 6: JP-2010-115761 A

5 Documento de patente 7: JP-2011-183545 A

Documento de patente 8: JP-2008-188738 A

Compendio de la invención

Problema técnico

10 La herramienta recubierta descrita en el documento de Patente 5 propuesta por los solicitantes de la presente solicitud es excelente en cuanto a propiedades deslizantes, ya que su película dura contiene un nitruro de V, el cual es excelente en propiedades deslizantes, y, además, tiene una estructura de película plana y lisa con menos proyecciones sobre la superficie de la película, que se convierte en origen de agarrotamiento sobre una pieza de trabajo. Sin embargo, dependiendo de las condiciones de uso, una insuficiente conformabilidad entre un troquel y una pieza de trabajo en las etapas iniciales de utilización del troquel puede causar vibraciones traqueteantes, las cuales, a su vez, pueden causar un desgaste inesperado y reducir la vida del troquel. El término "desgaste de un troquel", significa aquí un agarrotamiento local sobre la superficie del troquel. El término "agarrotamiento sobre la superficie de un troquel" significa un fenómeno en el que, cuando la superficie del troquel y la pieza de trabajo se deslizan la una contra la otra, se produce un calentamiento por fricción, por ejemplo, debido a una lubricación insuficiente, por lo que la superficie del troquel se vuelve rugosa y/o las superficies de fricción se sueldan para fundirse y pegarse entre sí.

20 El documento de Patente 6 describe una herramienta de corte recubierta en superficie que incluye un material de base y una película de revestimiento formada sobre el material de base, donde la película de revestimiento consiste en dos o más capas A hechas de VN y dos o más capas B hechas de CrAIN, que están alternativamente laminadas, respectivamente, donde el grosor λ_a de la capa A y el grosor λ_b de la capa B son de 2 a 1.000 nm, respectivamente, donde el índice de grosor λ_a/λ_b de la capa A con respecto a la capa B aumenta desde el material de base hacia la superficie superior de la película de revestimiento, y donde el índice de grosor λ_a/λ_b de la capa A con respecto a la capa B más próximo al material de base es de 0,1 a 0,7, y el índice de grosor λ_a/λ_b más próximo a la superficie superior es de 1,5 a 10.

30 El documento de Patente 7 describe una herramienta recubierta, donde se deposita una película dura en la que se laminan alternativamente un nitruro basado en AlCrSi y nitruro de V, sobre la superficie de un material de base de la herramienta, y donde la película dura tiene una rugosidad superficial de $R_a < 0,2 \mu\text{m}$, $R_z < 2,0 \mu\text{m}$ y $R_{sk} < 0$. El grosor de la película individual de la película laminada es de 100 nm o menos para ejercer de manera efectiva las propiedades tanto del nitruro basado en AlCrSi como del nitruro de V. Los ejemplos se limitan a aquéllos en los que la película individual de la película laminada es extremadamente delgada y tiene un grosor de 10 nm o menos.

35 El documento de Patente 8 describe que una película laminada de capa de (Cr, Al, M)N está revestida de "óxido de vanadio" que sustancialmente no contiene nitrógeno. Además, con objeto de revestir con el "óxido de vanadio" que tiene una escasa adhesión, se proporciona un revestimiento en gradiente de oxinitruro en donde se hace que la proporción de oxígeno y nitrógeno varíe gradualmente ajustando la atmósfera gaseosa de oxígeno-nitrógeno.

40 Los presentes inventores estudiaron diligentemente estados dañados de troqueles recubiertos en condiciones de uso hostiles y vieron que el desgaste de una película dura se produce o bien debido a la adhesión local de una pieza de trabajo, o bien debido a un polvo de abrasión producido durante el deslizamiento. Además, los presentes inventores descubrieron finalmente que, en el caso de un troquel recubierto convencional, la tendencia a la adhesión local de una pieza de trabajo da lugar a una resistencia al deslizamiento no uniforme sobre la superficie de la película, y la resistencia al deslizamiento no uniforme causa desgaste o agarrotamiento inesperado, de tal forma que se pueden producir daños en las fases iniciales. Además, los presentes inventores vieron que, en el caso de una pieza de trabajo basada en hierro, un ferrióxido que se produce en forma de un polvo de abrasión procedente de la pieza de trabajo causa daños a la superficie de la película, por lo que tienden a producirse daños en las fases iniciales.

45 Teniendo en cuenta estos problemas, la presente invención tiene como objeto proporcionar un elemento recubierto para el que se suprima el desgaste inesperado en las fases iniciales y que tiene excelentes propiedades deslizantes. En particular, la presente invención tiene como objeto proporcionar un elemento recubierto que tiene excelentes propiedades deslizantes en ambientes de uso que van desde el trabajo en frío hasta el trabajo en templado y en caliente, y que sea muy adecuado para el trabajo con plástico.

Solución al problema

Como resultado de su diligente estudio de un método para suprimir el desgaste inesperado en las etapas iniciales y,

además, para exhibir excelentes propiedades deslizantes incluso tras un prolongado período de uso, los presentes inventores vieron que hay una constitución de elementos y una estructura de película que son las más adecuadas para sacar provecho de dichas propiedades deslizantes.

5 Es decir, la presente invención se dirige a un elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes que tiene una película dura sobre la superficie de trabajo, incluyendo la película dura: una capa A, en la capa A una capa a1 y una capa a2 que están alternativamente laminadas, consistiendo la capa a1 en un nitruro o carbonitruro que tiene un 30% o más de cromo en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide, consistiendo la capa a2 en un nitruro o carbonitruro que tiene un 60% o más de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide, y una capa B por encima de la capa A, consistiendo la capa B en un nitruro o carbonitruro que tiene un 60% o más de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide, donde cada una de las capas a1 y a2 de la capa A tienen un grosor de película de 50 nm o menos, siendo el grosor de película de la capa a2 mayor que el de la capa a1, y teniendo la capa B un grosor de película de 0,2 μm o superior.

10 Además, es preferible que el grosor de película de la capa a2 sea 1,5 o más veces superior al de la capa a1. Más aún, es preferible que el grosor de película de la capa a2 sea 2,0 o más y 4,0 o menos veces superior al de la capa a1.

Además, es preferible que las capas A y B tengan un grosor de película total de 4 μm o más y 20 μm o menos. Más aún, es preferible que las capas A y B tengan un grosor de película total de 8 μm o más.

Además, es preferible que la capa B tenga una rugosidad superficial Ra de menos de 0,2 μm , una rugosidad superficial Rz de menos de 2,0 μm y una rugosidad superficial Rsk de menos de 0.

20 Además, es preferible que la capa B tenga un grosor de película de 8 μm o menos.

Además, es preferible que la capa a1 contenga un 10% o más de aluminio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide.

Además, es preferible que la capa a1 contenga de un 1 a un 10% de silicio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide.

25 Además, es preferible que el elemento recubierto sea un troquel.

Efectos ventajosos de la invención

30 La presente invención, por ejemplo, suprime el desgaste en las fases iniciales cuando se usa el troquel y suprime la abrasión del troquel con excelentes propiedades deslizantes en una gama de usos que van desde el trabajado en frío hasta el trabajado en templado y en caliente, haciendo así posible prolongar drásticamente la vida del elemento recubierto, tal como el troquel.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La Fig. 1 es un ejemplo que muestra las fluctuaciones en el coeficiente de fricción con la distancia de deslizamiento para la Muestra N° 1, que es un ejemplo de la presente invención.

35 [Fig. 2] La Fig. 2 es un ejemplo que muestra las fluctuaciones en el coeficiente de fricción con la distancia de deslizamiento para la Muestra N° 5, que es un ejemplo comparativo.

[Fig. 3] La Fig. 3 muestra un perfil de una superficie de deslizamiento tras una prueba de deslizamiento recíprocante para la Muestra N° 12, que es un ejemplo de la presente invención.

[Fig. 4] La Fig. 4 muestra un perfil de una superficie de deslizamiento tras una prueba de deslizamiento recíprocante para la Muestra N° 21, que es un ejemplo comparativo.

40 Descripción de las realizaciones

Los presentes inventores vieron que, como estructura de película para mejorar las propiedades deslizantes, es efectiva una configuración en la que se laminan mutuamente una capa de un compuesto que contiene una cierta cantidad de cromo y una capa de un compuesto constituido principalmente por vanadio a un nivel nano, siendo controlados sus respectivos grosores, y, además, en donde la película resultante de capas mutuamente laminadas tiene su superficie superior cubierta con una película gruesa de un compuesto principalmente constituido por vanadio. Lo siguiente describe los detalles de esta configuración.

45 En primer lugar, se da una descripción de una capa A en la cual están alternativamente laminadas una capa a1 y una capa a2, comprendiendo la capa a1 un nitruro o carbonitruro que tiene un 30% o más de cromo en términos de razón atómica en componente metálico, comprendiendo la capa a2 un nitruro o carbonitruro que tiene un 60% o más de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico.

El CrN y los compuestos de cromo obtenidos añadiendo un elemento efectivo al mismo, tales como CrAlN y CrSiN, que han sido ampliamente aplicados de manera convencional a herramientas de corte y troqueles, son excelentes en cuanto a resistencia a la abrasión y resistencia al calor.

5 Especialmente en el caso de un troquel utilizado en un ambiente de carga elevada donde se genera calor de fricción durante el deslizamiento, la aplicación de una película que contiene una cierta cantidad de cromo es efectiva para prolongar la vida del elemento. En la búsqueda simultánea de resistencia al calor y resistencia a la abrasión, la presente invención aplica, como una de las capas que constituyen la estructura laminada, la capa a1 que comprende un nitruro o carbonitruro que tiene un 30% o más de cromo en términos de razón atómica en componente metálico. Con un menor contenido en cromo, la capa a1 tiende a ser pobre en resistencia al calor y resistencia a la abrasión y a deteriorarse en cuanto a propiedades deslizantes.

10 En términos de coste de fabricación, es preferible aplicar un nitruro o carbonitruro de cromo que forme una película usando una diana metálica simple.

15 Por otra parte, con respecto al compuesto constituido principalmente por vanadio, el vanadio se oxida moderadamente a un intervalo de temperatura operativa de 25 a 200°C para formar una delgada capa oxidada sobre la superficie del material de base, disminuyendo así la afinidad con un material de contacto (pieza de trabajo). Esto hace posible reducir la adhesión de la pieza de trabajo a la superficie de la película durante el uso del troquel. Además, en el caso de una pieza de trabajo basada en hierro, el óxido de vanadio reacciona con un ferrióxido que está en la forma de la superficie de la pieza de trabajo o un polvo de abrasión para ablandar el ferrióxido, reduciendo de este modo la atacabilidad sobre la película.

20 Además, el efecto de ablandamiento por el óxido de vanadio del ferrióxido de una pieza de trabajo tiende a suprimir la producción de un polvo de abrasión durante el deslizamiento, haciendo así posible suprimir el raspado o desgaste local sobre la superficie de trabajo durante el moldeo en prensa.

25 Con objeto de producir cantidades suficientes del óxido de vanadio, que tiene excelentes propiedades deslizantes, la presente invención aplica, como una de las capas que constituyen la estructura laminada, la capa a2 que comprende un nitruro o carbonitruro que tiene un 60% o más, más preferiblemente un 70% o más, e incluso más preferiblemente un 80% o más, de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico.

En términos de coste de fabricación, es preferible aplicar un nitruro o carbonitruro de vanadio que forme una película usando una diana metálica simple.

30 Con objeto de aprovechar de una manera efectiva las propiedades tanto de la capa a1, que es excelente en cuanto a resistencia a la abrasión y resistencia al calor, como de la capa a2, que es excelente en cuanto a propiedades deslizantes, la presente invención hace que cada una de estas películas laminadas tenga un grosor de película de 50 nm o menos. El control del grosor de película de cada una de estas películas laminadas de este modo permite que el elemento recubierto resultante tenga estas propiedades de un modo equilibrado. Además, como la generación de asperezas sobre la superficie deslizante de la película se reduce en cada ambiente de temperatura durante el uso, y como la atacabilidad sobre la pieza de trabajo es baja, se suprimen daños tales como el desgaste que se produce durante el deslizamiento, de tal forma que se puede prolongar la vida del elemento. En particular, es preferible aplicar las películas laminadas a un troquel de trabajo de plástico que se usa en un ambiente en el que la superficie de trabajo del troquel se desliza severamente contra la pieza de trabajo. Es más preferible que el grosor de película de cada una de estas películas laminadas sea inferior a 30 nm, incluso más preferiblemente inferior a 10 nm.

40 El grosor de película de cada una de estas películas laminadas puede ser ajustado controlando la energía eléctrica de entrada que se aplica a la diana, el volumen de cámara de un aparato para uso en deposición, el número de revoluciones de una mesa y similares.

45 Además, con objeto de dar propiedades deslizantes suficientes incluso en un ambiente de uso hostil, la presente invención establece que el grosor de película de la capa a2 sea mayor que el de la capa a1. Además, para la producción de cantidades suficientes del óxido de vanadio, que aumenta las propiedades deslizantes, es preferible que el grosor de película de la capa a2 sea 1,5 o más veces mayor que el de la capa a1. Es más preferible que el grosor de película de la capa a2 sea 2,0 o más veces mayor que el de la capa a1.

50 Además, en un intervalo de temperatura operativa de aproximadamente 300°C o superior, el compuesto constituido principalmente por vanadio se oxida más, de tal modo que se forma un exceso de óxido. Por lo tanto, dependiendo de los ambientes de uso, puede haber deterioro en la resistencia a la abrasión. Por esta razón, es preferible que el grosor de película de la capa a2 sea 4,0 o menos veces mayor que el de la capa a1.

55 Para una mayor excelencia en la resistencia a la abrasión y la resistencia al calor, es preferible que la capa a1 y la capa a2 sean un nitruro. Además, siempre que cada una esté compuesta principalmente por un nitruro, pueden exhibir una excelente resistencia a la abrasión y resistencia al calor incluso si cada una contiene un carburo, un óxido y/o similares como parte de la misma.

Para que la capa A ejerza sus efectos, es preferible que la capa A tenga un grosor de película de 3 μm o más, más

preferiblemente de 5 μm o más.

Entre el material de base y la capa A, se puede intercalar una película dura, tal como una película metálica, una película de carburo, una película de carbonitruro o una película de nitruro, para asegurar la adhesión.

5 En la búsqueda simultánea de resistencia a la abrasión y resistencia al calor en un ambiente de uso más hostil, es preferible que la capa a1 contenga un 10% o más, más preferiblemente un 30% o más, de aluminio en términos de razón atómica en componente metálico. Con una mayor cantidad de aditivo de aluminio en la capa a1, la estructura de cristal de la capa a1 tiende a ser principalmente una estructura de cristal hexagonal, que es frágil. Con objeto de que la capa a1 mantenga su estructura de cristal como una estructura cúbica, es preferible que el contenido en aluminio sea del 70% o menos, más preferiblemente del 65% o menos, en términos de razón atómica en componente metálico.

10 Para mejorar la dureza de la película, por ejemplo, para mejorar aún más la resistencia a la abrasión del troquel, es preferible que la capa a1 contenga de un 1 a un 10% de silicio en términos de razón atómica en componente metálico.

Para que la capa A tenga una dureza Vickers de 2000 HV₁₀ o superior, o, lo que es más, para que tenga una superior dureza de 2500 HV₁₀ o superior, es preferible que la capa a1 contenga silicio.

15 Con un menor contenido en silicio, no hay suficiente mejora en cuando a dureza. Con un mayor contenido en silicio, por otra parte, tiende a haber degradación en la dureza de la película.

A continuación, se da una descripción de la capa B que se encuentra por encima de la capa A, comprendiendo la capa B un nitruro o carbonitruro compuesto principalmente por vanadio. La capa B es la característica más importante de la presente invención.

20 Como se ha indicado anteriormente, el compuesto constituido principalmente por vanadio se oxida moderadamente por el calor durante el deslizamiento para servir como capa lubricante. Así, laminando mutuamente la capa a1, que es excelente en cuanto a resistencia a la abrasión y resistencia al calor, y la capa a2, que es excelente en cuanto a propiedades deslizantes, a un nanonivel, se asegura un cierto grado de propiedades deslizantes. Sin embargo, haciendo simplemente eso no se crea una suficiente conformabilidad entre el troquel y la pieza de trabajo en las fases iniciales cuando se usa la herramienta, por lo que puede producirse un desgaste inesperado en las fases iniciales.

25 Por lo tanto, disponiendo, como capa por encima de la capa A, del compuesto constituido principalmente por vanadio con un grosor de película de 0,2 μm o superior, que es mayor que el grosor de película de la capa a2 individual de la película de capas mutuamente laminadas, se produce el óxido de vanadio, que exhibe un excelente efecto de lubricación, en cantidades suficientes desde las fases iniciales en que se usa el troquel. Esto suprime el desgaste inesperado en las fases iniciales.

30 Con un grosor de película menor, hay una insuficiente conformabilidad entre el troquel y la pieza de trabajo en las fases iniciales, por lo que tiende a producirse un desgaste inesperado. Además, en el caso de que el troquel tenga una forma compleja, tiende a haber variaciones en el componente y el matiz de la película en el sitio del troquel. Con un grosor de película excesivo, lleva tiempo depositar la capa B, por lo que hay una disminución en la productividad. Por lo tanto, es preferible que la capa B tenga un grosor de película de 8 μm o menos. Además, dependiendo de los
35 ambientes de uso, puede haber deterioro en la resistencia a la abrasión de la película en su conjunto. Por lo tanto, es más preferible que la capa B tenga un grosor de película de 5 μm o menos, incluso más preferiblemente de 3 μm o menos.

40 Con objeto de producir cantidades suficientes del óxido de vanadio, que es excelente en cuanto a propiedades deslizantes, la presente invención aplica, como capa B, un nitruro o carbonitruro que tiene un 60% o más de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico. Es preferible que el contenido en vanadio sea del 70% o más, más preferiblemente del 80% o más, en términos de razón atómica en componente metálico.

En términos de coste de fabricación, es preferible aplicar un nitruro o carbonitruro de vanadio que forme una película usando una simple diana metálica.

45 Para una estructura de película simple y para facilidad de fabricación, es preferible disponer la capa B directamente sobre la capa A.

Para una mayor excelencia en resistencia a la abrasión y resistencia al calor, es preferible tener un nitruro de vanadio como capa B. Además, siempre que la capa B esté compuesta principalmente por un nitruro, la capa B puede exhibir una excelente resistencia a la abrasión y resistencia al calor incluso si la capa B contiene un carburo, un óxido y/o similares como parte de la misma.

50 En la presente invención, es preferible que las capas A y B tengan un grosor de película total de 4 μm o más y de 20 μm o menos.

Por ejemplo, en el caso de un troquel para uso en el moldeo con prensa, donde se somete una superficie de película a una gran cantidad de fuerza, una reducción en el grosor de la película hace que la película tenga una escasa

resistencia y que, por lo tanto, sea susceptible de sufrir daños. Especialmente en un ambiente de elevada carga, donde la interfaz entre la película y el material de base está sometida a una gran cantidad de fuerza, la diferencia en deformación elástica entre la película y el material de base hace que la película sea susceptible de desprenderse y de sufrir daños, lo que aumenta la influencia del grosor de película sobre la vida del troquel.

- 5 En un ambiente de elevada carga, es preferible que las capas A y B tengan un grosor de película total de 8 μm o más, más preferiblemente de 10 μm o más.

Además, con un grosor de película total excesivo, la película dura puede ser susceptible de desprendimiento. Por lo tanto, es preferible que el grosor de película total sea de 15 μm o menos. Además, es preferible que el grosor de película de la capa A sea mayor que el de la capa B.

- 10 En la presente invención, es preferible que la capa B tenga una rugosidad superficial Ra inferior a 0,2 μm , una rugosidad superficial Rz inferior a 2,0 μm y una rugosidad superficial Rsk inferior a 0.

- 15 Dado que la película dura contiene gotitas, defectos de película, impurezas y similares en su superficie y que es, por lo tanto, inadecuada para uso para el troquel, es preferible alisar la superficie de la película dura. Especialmente cuando la película dura es gruesa, la acumulación de gotitas y defectos de película da lugar a una reducción en la rugosidad superficial. Por lo tanto, es preferible alisar la superficie de la película.

Más aún, en un ambiente de deslizamiento, las proyecciones sobre la superficie de la película sirven como origen para el agarrotamiento sobre la pieza de trabajo, lo que hace que se produzca polvo de abrasión y de este modo causa desprendimiento y/o abrasión de la película.

- 20 Por lo tanto, con objeto de regular la frecuencia de proyecciones, es preferible controlar la rugosidad superficial Rsk, además de controlar las rugosidades superficiales comunes Ra y Rz (ISO4287-1997).

- 25 La rugosidad superficial Rsk (ISO4287-1997) es un parámetro que indica simetría con respecto a la línea central de una curva de distribución de amplitud. Por ejemplo, en el caso de una superficie de película que tenga muchas depresiones en ella, la rugosidad superficial Rsk es inferior a 0, y, en el caso de una superficie de película que tenga muchas proyecciones sobre la misma, la rugosidad superficial Rsk es superior a 0. Este parámetro hace posible controlar la frecuencia de proyecciones y depresiones. En la presente invención, es preferible que haya pocas proyecciones, y es preferible que la rugosidad superficial Rsk sea inferior a 0.

- 30 Además, es preferible controlar la rugosidad superficial dentro de los intervalos antes mencionados, ya que el óxido de vanadio debe formarse de manera uniforme desde las fases iniciales sobre la superficie del material de base en un ambiente en el que se usa el troquel, mejorando así las propiedades deslizantes. Especialmente en el caso de la pieza de trabajo basada en hierro, es preferible controlar la rugosidad superficial dentro de los intervalos antes mencionados. Una razón para esto es la siguiente: en el caso de la pieza de trabajo basada en hierro, un ferrióxido se adhiere de manera fina y uniformemente sobre el óxido de vanadio por toda la película; por lo tanto, el ferrióxido *per se* contribuye a mejorar las propiedades deslizantes, de tal forma que se pueden exhibir excelentes propiedades deslizantes.

- 35 Una clave para conseguir las rugosidades superficiales preferidas de la presente invención es un método de pulido tras el revestimiento. Con los métodos convencionales para pulir revestimientos, tales como un método de pulido con papel de lija y un método de pulido con irradiación de un medio compuesto por una resina y partículas de diamante, no es fácil reducir de manera segura las proyecciones, aunque se puedan reducir las rugosidades superficiales indicadas mediante Ra y Rz. Por otra parte, es preferible emplear un método de pulido con disco con una pasta de diamante, ya que este método hace fácil conseguir una superficie plana y lisa con menos proyecciones.

- 40 El material de base de la presente invención no ha de estar particularmente limitado, pero puede ser un acero para herramienta de aleación para troquel de trabajo en frío, un acero para herramienta de aleación para troquel de trabajo en caliente, un acero para herramienta de alta velocidad, un carburo cementado o similares.

- 45 Además, empleando el método DFV para recubrir el material de base, tal como acero para troquel en frío, acero para troquel en caliente o acero de alta velocidad, con la película dura según la presente invención, se hace posible un procedimiento de recubrimiento a una temperatura que es inferior a la temperatura de revenido del material de base. Esto hace posible suprimir la variación en las dimensiones del material de base. Esto también hace posible aplicar una tensión residual compresiva a la película dura, mejorando de este modo las propiedades mecánicas de la película dura. Es preferible recubrir el material de base con la película dura empleando, entre otros métodos DFV, el método de deposición de iones con arco, que proporciona una excelente adhesión de película.

- 50 Se puede someter previamente el material de base a un procedimiento de endurecimiento superficial basado en difusión, tal como un procedimiento de nitruración o un procedimiento de carburización.

Ejemplo 1

En el Ejemplo 1, se evaluaron las propiedades de las composiciones de película realizando pruebas de bola sobre disco.

5 Como materiales de base a tratar, se prepararon piezas de ensayo con forma de disco de acero de alta velocidad SKH51 según se define en JIS (20 mm de diámetro y 5 mm de grosor). Estas piezas de ensayo habían sido refinadas térmicamente para ser 64HRC manteniéndolas calentadas a 1180°C en vacío, apagándolas enfriando con nitrógeno gaseoso y atemperándolas luego a 560°C. Se pulió la superficie plana de cada uno de los materiales de base mediante una máquina pulimentadora de espejo y se limpió después por ultrasonificación con un álcali.

10 Como medio de deposición, se usó el método de deposición de iones con arco. Se llevó a cabo la deposición usando un aparato DFV estructurado de tal forma que el material de base rota en el centro rodeado de una pluralidad de dianas. Se puso luego el material de base sobre una placa en una mesa bastidor en una cámara. La mesa bastidor tenía un mecanismo planetario, y la placa tenía un mecanismo rodante. La mesa y la placa sobre la mesa rotan independientemente la una de la otra.

A continuación, en un aparato de deposición de iones con arco que tenía un volumen de cámara de 1,4 m³ (el espacio en el que se inserta el producto que se ha de procesar es de 0,3 m³), se llevó a cabo una desgasificación térmica en un vacío de 1×10^{-3} Pa a una temperatura de 773°K, y se realizó después una limpieza con plasma de Ar a una temperatura de 723°K.

15 Se introdujo entonces un gas reactivo en el aparato para hacer que las diversas dianas generaran una descarga de arco, y se llevó a cabo el revestimiento a 723°K.

20 Se depositaron cada una de las Muestras N° 1 a N° 4 usando una diana de Cr y una diana de V, aplicando una corriente de entrada de 100 A a la diana de Cr, aplicando una corriente de entrada de 150 A a la diana de V, fijando la presión del gas reactivo a 3 Pa, fijando el número de revoluciones de la mesa a 3 rpm, usando nitrógeno como gas reactivo y aplicando un voltaje de polarización de -100 V al material de base durante el revestimiento. Además, se depositó la Muestra N° 3 usando nitrógeno y metano como gas reactivo.

Se ajustó el tiempo de deposición de manera que cada una de las muestras tuviera un grosor de película total de 10 μm. Se depositó la Muestra N° 5 usando una diana de Cr solamente y aplicando una corriente de entrada de 150 A a la diana de Cr.

25 Tras el revestimiento, se pulió la superficie de cada una de las muestras por pulido con disco con una pasta de diamante que tenía un diámetro de partícula de 3 μm para ajustar adecuadamente su rugosidad superficial.

30 Se midió el valor de la rugosidad superficial de la película de cada una de las muestras usando un medidor de rugosidad de estilete (SURFCOM 480A, fabricado por TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) en las siguientes condiciones: una longitud de evaluación de 4 mm, una velocidad de medición de 0,3 mm/s y un valor de corte de 0,8 mm. La Tabla 1 muestra las configuraciones de película y las rugosidades superficiales.

Se midieron el grosor de película total y el grosor de película de VN o VCN (capa B) dispuesto directamente sobre la película de capas mutuamente laminadas mediante un microscopio óptico. Se midió el grosor de película de cada una de las capas de la película de capas mutuamente laminadas mediante observación al microscopio electrónico.

35 En cada una de las Muestras N° 1 a N° 4, el grosor de película de la capa individual de VN o VCN de la película de capas mutuamente laminadas era de aproximadamente 6 nm, y el grosor de película de la capa individual de CrN o CrCN era de aproximadamente 3 nm.

[Tabla 1]

Muestra N°	Capa A	Capa B	Grosor de película de la capa B / μm	Grosor de película total / μm	Rugosidad superficial			Notas
					Ra / μm	Rz / μm	Rsk	
1	CrN/VN	VN	0,8	10	0,020	0,613	-2,550	Ejemplos de la presente invención
2	CrN/VN	VN	0,2	10	0,019	0,609	-3,022	
3	CrCN/VCN	VCN	0,2	10	0,020	0,607	-2,831	
4	CrN/VN	---	---	10	0,024	0,598	-2,291	Ejemplos comparativos
5	CrN	---	---	10	0,023	0,652	-3,112	

40 Las condiciones de ensayo eran las siguientes: usando un medidor de bola sobre disco (Tribometer, fabricado por CSM Instruments SA), se hizo girar la pieza de ensayo en forma de disco a una velocidad de 150 mm/s con una bola

SUJ2 (6 mm de diámetro) prensada a una carga de 10 N contra la película de revestimiento en una atmósfera a una temperatura de 25°C (temperatura normal) a 400°C. La distancia de ensayo era de 100 m.

En cuanto a la profundidad de desgaste de una parte deslizante, se evaluó el estado de desgaste midiendo las depresiones en una parte deslizante de la película a 1,5 mm/s con un medidor de rugosidad superficial (SURFCOM 480A, fabricado por TOKYO SEIMITSU CO., LTD.).

En cuanto a las propiedades deslizantes, se midió la diferencia entre el coeficiente máximo de fricción y el coeficiente mínimo de fricción durante cada prueba utilizando, como índice, las fluctuaciones en el coeficiente de fricción durante cada medición. Una muestra con grandes fluctuaciones en el coeficiente de fricción con la distancia de deslizamiento significa una gran resistencia al deslizamiento, sufriendo así traqueteo durante el deslizamiento. Las fluctuaciones en el coeficiente de fricción con la distancia de deslizamiento fueron calculadas con una distancia de ensayo en el intervalo de 20 m a 100 m, donde se obtuvieron coeficientes de fricción estables. Las Figs. 1 y 2 muestran ejemplos de fluctuaciones en el coeficiente de fricción de las Muestras N° 1 y N° 5, respectivamente. La Tabla 2 muestra los resultados de ensayo.

[Tabla 2]

Muestra N°	Profundidad de desgaste de la parte deslizante / μm			Fluctuaciones en el coeficiente de fricción con la distancia de deslizamiento (coeficiente de fricción máximo - coeficiente de fricción mínimo) / μ			Notas
	25°C	200°C	400°C	25°C	200°C	400°C	
1	0,1	0,1	0,1	0,16	0,08	0,13	Ejemplos de la presente invención
2	0,1	0,1	0,2	0,14	0,10	0,15	
3	0,1	0,1	0,2	0,17	0,07	0,15	
4	0,1	0,1	0,1	0,18	0,10	0,16	Ejemplos comparativos
5	0,1	0,1	1,5	0,41	0,38	0,26	

En comparación con la Muestra N° 4, que no tiene ni VN ni VCN directamente sobre la película de capas mutuamente laminadas, cada una de las Muestras N° 1 a N° 3, que son ejemplos de la presente invención, tenían pequeñas fluctuaciones en el coeficiente de fricción con la distancia de deslizamiento durante el deslizamiento a una temperatura de desde la temperatura ambiente hasta 400°C, no sufrieron traqueteo y exhibían excelentes propiedades deslizantes. En particular, la Muestra N° 1, que tiene una gruesa película de VN directamente sobre la película de capas mutuamente laminadas, exhibía excelentes propiedades deslizantes debido a la formación de una capa lubricante suficiente en las fases iniciales.

La Muestra N° 5, que es una capa única de CrN, no contiene VN o VCN, que es excelente en cuanto a propiedades deslizantes. Como tal, la Muestra N° 5 exhibía grandes fluctuaciones en el coeficiente de fricción con la distancia de deslizamiento durante el deslizamiento, y era deficiente en cuanto a propiedades deslizantes.

Ejemplo 2

En el Ejemplo 2, se evaluaron las propiedades de las composiciones de película en ambientes de ensayo más hostiles haciendo que cada una de las películas tuviera un grosor de película total más pequeño y, además, realizando pruebas de desgaste por fricción recíproca con mayores cargas sobre las películas duras.

Como materiales de base para ser tratados en superficie, se prepararon piezas de ensayo angulares de acero para troquel SKD61 como se define en JIS (cada una de las cuales medía 180 mm x 20 mm x 20 mm). Estas piezas de ensayo habían sido térmicamente refinadas para ser 45HRC manteniéndolas calentadas a 1050°C a vacío, apagándolas enfriando con nitrógeno gaseoso y atemperándolas luego a 560°C. Se pulió la superficie plana de cada uno de los materiales de base mediante una máquina pulimentadora de espejo y se limpió luego por ultrasonificación con un álcali.

Se llevó a cabo la deposición en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1, excepto por ajustar el tiempo de deposición de tal forma que el grosor de película total fuera de 4,0 ó 4,5 μm . Después de revestir, se pulió la superficie de cada una de las muestras por pulido con disco con una pasta de diamante que tenía un diámetro de partícula de 3 μm para ajustar adecuadamente sus rugosidades superficiales. Se midieron los valores de rugosidad superficial de película de cada una de las muestras del mismo modo que en el Ejemplo 1. La Tabla 3 muestra las configuraciones

de película y las rugosidades superficiales.

Se midieron los grosores de película del mismo modo que en el Ejemplo 1. En cada una de las Muestras N° 6 a N° 8, el grosor de película de la capa de VN individual de la película de capas mutuamente laminadas era de aproximadamente 6 nm, y el grosor de película de la capa de CrN individual era de aproximadamente 3 nm.

5 [Tabla 3]

Muestra N°	Capa A	Capa B	Grosor de película de la capa B / μm	Grosor de película total / μm	Rugosidad superficial			Notas
					Ra / μm	Rz / μm	Rsk	
6	CrN/VN	VN	0,2	4,5	0,017	0,513	-2,981	Ejemplos de la presente invención
7	CrN/VN	VN	0,2	4,0	0,018	0,406	-3,193	
8	CrN/VN	---	---	4,0	0,016	0,532	-2,661	Ejemplos comparativos
9	CrN	---	---	4,0	0,018	0,724	-3,710	

10 A continuación, se midieron el número de veces en que las diversas películas resultaron dañadas y los coeficientes de fricción de las diversas películas usando un medidor de desgaste por fricción recíprocante (Kyowagiken Co., Ltd.). Como material de contacto sobre el que deslizarse, se usó SKD61 (45HRC) que medía 10 mm de diámetro \times 16 mm. Se realizó cada prueba en las siguientes condiciones de ensayo: una carga de medición de 200 kgf, una velocidad de medición de 150 mm/s, una distancia de deslizamiento de 300 mm/reciprocación, temperatura normal y sin lubricación. Se llevaron a cabo las evaluaciones según el número de reciprocaciones en el momento de exposición del material de base debido a daños en la película. La Tabla 4 muestra los resultados de ensayo.

15 Una comparación entre la Muestra N° 7, que es un ejemplo de la presente invención, y las Muestras N° 8 y N° 9, que son ejemplos comparativos, confirma que el número de reciprocaciones hasta la exposición del material de base aumentaba disponiendo una película de VN gruesa directamente sobre la película de capas de CrN y VN mutuamente laminadas.

20 Tanto las pruebas de bola sobre disco del Ejemplo 1 como las pruebas de desgaste por fricción recíprocante del Ejemplo 2 confirmaron que las estructuras de película de la presente invención exhiben excelentes propiedades deslizantes.

Además, una comparación entre las Muestras N° 6 y N° 7, que son ejemplos de la presente invención, confirmaron que un aumento en el grosor de película total da lugar a una mejora en el número de reciprocaciones hasta la exposición del material de base.

[Tabla 4]

Muestra N°	Número de reciprocaciones hasta la exposición del material de base	Coefficiente de fricción	Notas
6	Sin daños	0,33	Ejemplos de la presente invención
7	115	0,33	
8	91	0,32	Ejemplos comparativos
9	85	0,37	

25

Ejemplo 3

30 Se evaluaron un ejemplo de la presente invención y un ejemplo comparativo que no tenía película de VN dispuesta directamente sobre la película de capas mutuamente laminadas realizando pruebas de desgaste por fricción recíprocante. Se llevó a cabo la deposición en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1, excepto por ajustar el tiempo de deposición de tal forma que el grosor de película total fuera de 10 μm .

Se alisaron las superficies mediante un AERO LAP comúnmente utilizado (AERO LAP es una marca registrada de Yamashita Works Co., Ltd.). La Tabla 5 muestra las configuraciones de película y las rugosidades superficiales. Se midieron las rugosidades superficiales y los grosores de película del mismo modo que en el Ejemplo 1.

5 En cada una de las Muestras N° 10 y N° 11, el grosor de película de la capa de VN individual de la película de capas mutuamente laminadas era de aproximadamente 6 nm, y el grosor de película de la capa de CrN individual era de aproximadamente 3 nm.

[Tabla 5]

Muestra N°	Capa A	Capa B	Grosor de película de la capa B / μm	Grosor de película total / μm	Rugosidad superficial			Notas
					Ra / μm	Rz / μm	Rsk	
10	CrN/VN	VN	0,8	10	0,081	0,998	1,412	Ejemplo de la presente invención
11	CrN/VN	---	---	10	0,081	0,829	1,344	Ejemplo comparativo

10 Se midieron el número de veces en que las diversas películas resultaron dañadas y los coeficientes de fricción de las diversas películas usando un medidor de desgaste por fricción recíprocante (Kyowagiken Co., Ltd.). Como material de contacto sobre el que deslizarse, se usó SKD61 (45HRC) que medía 10 mm de diámetro \times 16 mm. Se realizó cada prueba en las siguientes condiciones de ensayo: una carga de medición de 200 kgf, una velocidad de medición de 150 mm/s, una distancia de deslizamiento de 300 mm/reciprocación, temperatura normal y sin lubricación.

15 Cada prueba de desgaste por fricción recíprocante continuó hasta que el número de reciprocaciones alcanzó 200. Se calculó la profundidad de las trazas de rayado sobre la superficie de la película tras la prueba observando las trazas de rayado mediante el uso de un microscopio láser (KEYENCE CORPORATION: VK-8710) con un aumento de x200 y midiendo un perfil de la superficie. La Tabla 6 muestra los resultados de ensayo.

20 Como cada muestra tenía un gran grosor de película de 10 μm , ninguna muestra sufrió traqueteo durante la prueba incluso cuando el número de reciprocaciones era de 200. Se confirmó que disponer de una gruesa película de VN directamente sobre la película de capas de CrN y VN mutuamente laminadas da lugar a una reducción en la profundidad de las trazas de rayado incluso si la rugosidad superficial Rsk es un valor positivo.

[Tabla 6]

Muestra N°	Profundidad de las trazas de rayado tras la prueba de deslizamiento / μm	Coefficiente de fricción	Notas
10	3,02	0,30	Ejemplo de la presente invención
11	4,80	0,37	Ejemplo comparativo

Ejemplo 4

25 Se realizaron luego pruebas de desgaste por fricción recíprocante en condiciones superficiales favorables. Se llevó a cabo la deposición del mismo modo que en el Ejemplo 1, preparando así las Muestras N° 12 a N° 23 mostradas en la Tabla 7.

30 Para una variación en la razón de los respectivos grosores de película de las capas de la capa A, se depositó la Muestra N° 19 aplicando una corriente de entrada de 150 A a una diana de Cr y aplicando una corriente de entrada de 100 A a una diana de V.

Se depositó la capa de AlCrSiN usando una diana de $\text{Al}_{60}\text{Cr}_{37}\text{Si}_3$ (cada valor numérico expresado en términos de razón atómica; esto mismo será aplicable de aquí en adelante).

Se depositó la capa de CrSiBN usando una diana de $\text{Cr}_{92}\text{Si}_3\text{B}_5$.

Se depositó la capa de TiAlN usando una diana de $Ti_{50}Al_{50}$. Se depositó la capa de TiN usando una diana de Ti.

Para estar en un estado superficial favorable, se ajustaron adecuadamente las rugosidades superficiales de cada una de las muestras por pulido con disco con una pasta de diamante que tenía un diámetro de partícula de 3 μm .

5 La Tabla 7 muestra las configuraciones de película y las rugosidades superficiales. Se midieron las rugosidades superficiales y los grosores de película del mismo modo que en el Ejemplo 1.

10 En la Muestra N° 19, que fue depositada en condiciones diferentes, los respectivos grosores de película de las capas de VN y CrN de la película de capas mutuamente laminadas eran ambos igualmente de aproximadamente 4 nm. En cada una de las otras muestras, el grosor de película de la capa de VN individual de la película de capas mutuamente laminadas era de aproximadamente 6 nm, y el grosor de película de la otra capa individual era de aproximadamente 3 nm.

[Tabla 7]

Muestra N°	Capa A (razón de los respectivos grosores de película)	Capa B	Grosor de película de la capa B / μm	Grosor de película total / μm	Rugosidad superficial			Notas
					Ra / μm	Rz / μm	Rsk	
12	CrN/VN	VN	0,8	10	0,016	0,701	-2,650	Ejemplos de la presente invención
13	CrN/VN	VN	0,2	10	0,018	0,626	-2,931	
14	CrN/VN	VN	1,5	10	0,018	0,602	-1,583	
15	AlCrSiN/VN	VN	0,2	10	0,019	0,732	-3,832	
16	CrSiBN/VN	VN	0,2	10	0,017	0,638	-2,224	
17	AlCrSiN/VN	VN	0,2	10	0,016	0,629	-2,949	
18	CrN/VN	VN	0,06	10	0,017	0,687	-3,818	Ejemplos comparativos
19	CrN/VN (1:1)	VN	0,2	10	0,018	0,702	-2,435	
20	CrN/VN	---	---	10	0,019	0,611	-3,237	
21	CrN	---	---	10	0,019	0,427	-4,036	
22	TiAlN/VN	VN	0,2	10	0,018	0,639	-3,148	
23	TiN/VN	VN	0,2	10	0,016	0,501	-2,103	

15 A continuación, se midieron el número de veces en que las diversas películas resultaron dañadas y los coeficientes de fricción de las diversas películas usando un medidor de desgaste por fricción recíprocante (Kyowagiken Co., Ltd.). Como material de contacto sobre el que deslizarse, se usó SKD61 (45HRC) que medía 10 mm de diámetro \times 16 mm. Se realizó cada prueba en las siguientes condiciones de ensayo: una carga de medición de 200 kgf, una velocidad de medición de 150 mm/s, una distancia de deslizamiento de 300 mm/reciprocación, temperatura normal y sin lubricación.

20 Cada prueba de desgaste por fricción recíprocante continuó hasta que el número de reciprocaciones alcanzó 200. Se calculó la profundidad de las trazas de rayado sobre la superficie de la película tras la prueba observando las trazas de rayado con un microscopio láser (KEYENCE CORPORATION: VK-8710) con un aumento de x200 y midiendo un perfil de la superficie. La Tabla 8 muestra los resultados de ensayo.

Además, las Figs. 3 y 4 muestran los perfiles superficiales de las Muestras N° 12 y N° 21, respectivamente.

[Tabla 8]

Muestra Nº	Profundidad de las trazas de rayado tras la prueba de deslizamiento / μm	Coefficiente de fricción	Notas
12	No mostró trazas de rayado	0,28	Ejemplos de la presente invención
13	No mostró trazas de rayado	0,29	
14	No mostró trazas de rayado	0,29	
15	No mostró trazas de rayado	0,30	
16	No mostró trazas de rayado	0,29	
17	No mostró trazas de rayado	0,28	
18	2,97	0,31	Ejemplos comparativos
19	1,42	0,30	
20	5,43	0,32	
21	13,10	0,39	
22	8,37	0,35	
23	11,38	0,30	

5 Las Muestras Nº 12 a Nº 17 de la presente invención, que se encontraban en estados superficiales favorables, no mostraron trazas de rayado sobre las superficies de deslizamiento tras las pruebas de deslizamiento, ni sufrieron de desgaste alguno. Como tales, las Muestras Nº 12 a Nº 17 eran excelentes en cuanto a propiedades deslizantes.

La Muestra Nº 18, que tiene una fina película de VN directamente sobre la película de capas mutuamente laminadas, era insuficiente en cuanto a propiedades de conformabilidad en las fases iniciales, aunque la película estaba en un estado superficial favorable. Como tal, la Muestra Nº 18 era inferior en cuanto a propiedades deslizantes a las Muestras Nº 12 a Nº 17 y mostró trazas de rayado.

10 La Muestra Nº 19, en la que las capas de CrN y VN de la película de capas mutuamente laminadas son iguales en cuanto a grosor de película, no produjo cantidades suficientes de un óxido de vanadio, que aumenta las propiedades deslizantes. Como tal, la Muestra Nº 19 mostró trazas de rayado.

15 La Muestra Nº 20, que no tiene una película gruesa de VN dispuesta directamente sobre la película de capas mutuamente laminadas, era pobre en cuanto a propiedades de conformabilidad en las fases iniciales, aunque la película estaba en un estado superficial favorable. Como tal, la Muestra Nº 20 era inferior en propiedades deslizantes a las Muestras Nº 12 a Nº 17 y mostró trazas de rayado.

La Muestra Nº 21, que es una película de CrN de una sola capa y no contiene capa de VN, era pobre en cuanto a propiedades deslizantes independientemente del estado superficial favorable. Como tal, la Muestra Nº 21 tenía trazas de rayado formado en profundidad.

20 Las Muestras Nº 22 y Nº 23 son una película de capas de TiAlN y VN mutuamente laminadas y no contienen cromo. De este modo, incluso con una capa de VN dispuesta directamente sobre la película de capas mutuamente laminadas, las Muestras Nº 22 y Nº 23 eran más pobres en cuanto a resistencia al calor que un nitruro que contuviera una cierta cantidad de cromo, y tenían trazas de rayado formado en profundidad.

Ejemplo 5

25 Para la medición de la dureza de una película de capas mutuamente laminadas, se midió la dureza de cada una de las muestras que estaban cada una provistas sólo de una capa de A de las Muestras Nº 13, Nº 15 y Nº 16 usadas en el Ejemplo 4, usando un medidor de dureza Vickers (HM100, fabricado por Mitsutoyo Corporation) con una carga de 10 gf sobre la superficie de la película.

30 En comparación con la película de capas de CrN y VN mutuamente laminadas, una película de capas mutuamente laminadas con otro elemento añadido al CrN es alta en dureza y superior en resistencia a la abrasión. En particular, la capa de AlCrSiN, añadiendo Al y Si simultáneamente a la misma, permitió a la capa A resultante tener una dureza

igual o superior a 2500 HV. La Tabla 9 muestra los resultados de ensayo.

[Tabla 9]

Capa A	Dureza Vickers HV10
CrN/VN	1839
CrSiBN/VN	2256
AlCrSiN/VN	2610

Aplicabilidad industrial

- 5 Un elemento recubierto de la presente invención tiene excelentes propiedades deslizantes y puede, por lo tanto, ser utilizado para troqueles de trabajo de plástico, tales como troqueles para trabajar y moldear en prensa para usos que van del trabajo en frío al trabajo en templado y en caliente. Además, el elemento recubierto es también aplicable a pernos moldeados en troquel, troqueles de inserción y componentes de deslizamiento que constituyen diversas máquinas.

10

REIVINDICACIONES

1. Un elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes que tiene una película dura sobre una superficie de trabajo, incluyendo la película dura:
- 5 una capa A, en la capa A una capa a1 y una capa a2 que están alternativamente laminadas, comprendiendo la capa a1 un nitruro o carbonitruro que tiene un 30% o más de cromo en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide, y comprendiendo la capa a2 un nitruro o carbonitruro que tiene un 60% o más de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide, y
- una capa B por encima de la capa A, comprendiendo la capa B un nitruro o carbonitruro que tiene un 60% o más de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide,
- 10 donde cada una de las capas a1 y a2 de la capa A tiene un grosor de película de 50 nm o menos, siendo el grosor de película de la capa a2 mayor que el de la capa a1, y
- teniendo la capa B un grosor de película de 0,2 μm o superior,
2. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según la reivindicación 1, donde el grosor de película de la capa a2 es 1,5 o más veces mayor que el de la capa a1.
- 15 3. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según la reivindicación 2, en donde el grosor de película de la capa a2 es 2,0 o más y 4,0 o menos veces mayor que el de la capa a1.
4. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde las capas A y B tienen un grosor de película total de 4 μm o más y de 20 μm o menos.
- 20 5. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según la reivindicación 4, donde las capas A y B tienen un grosor de película total de 8 μm o más.
6. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la capa B tiene una rugosidad superficial Ra de menos de 0,2 μm , una rugosidad superficial Rz de menos de 2,0 μm y una rugosidad superficial Rsk de menos de 0.
- 25 7. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la capa B tiene un grosor de película de 8 μm o menos.
8. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la capa a1 contiene un 10% o más de vanadio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide.
- 30 9. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde la capa a1 contiene de un 1 a un 10% de silicio en términos de razón atómica en componente metálico, incluyendo metaloide.
10. El elemento recubierto con excelentes propiedades deslizantes según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el elemento recubierto es un troquel.

FIG.1

CÁLCULO DE LAS FLUCTUACIONES
EN EL COEFICIENTE DE FRICCIÓN
(CALCULADO CON UNA DISTANCIA
DE DESLIZAMIENTO DE 20 m O MÁS)

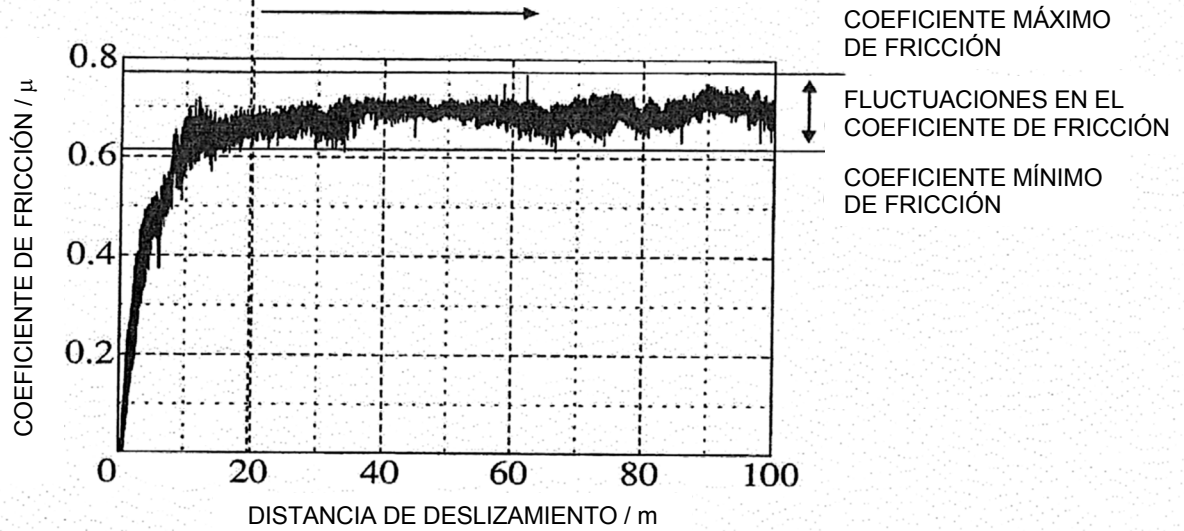


FIG.2

CÁLCULO DE LAS FLUCTUACIONES
EN EL COEFICIENTE DE FRICCIÓN
(CALCULADO CON UNA DISTANCIA DE
DESLIZAMIENTO DE 20 m O MÁS)

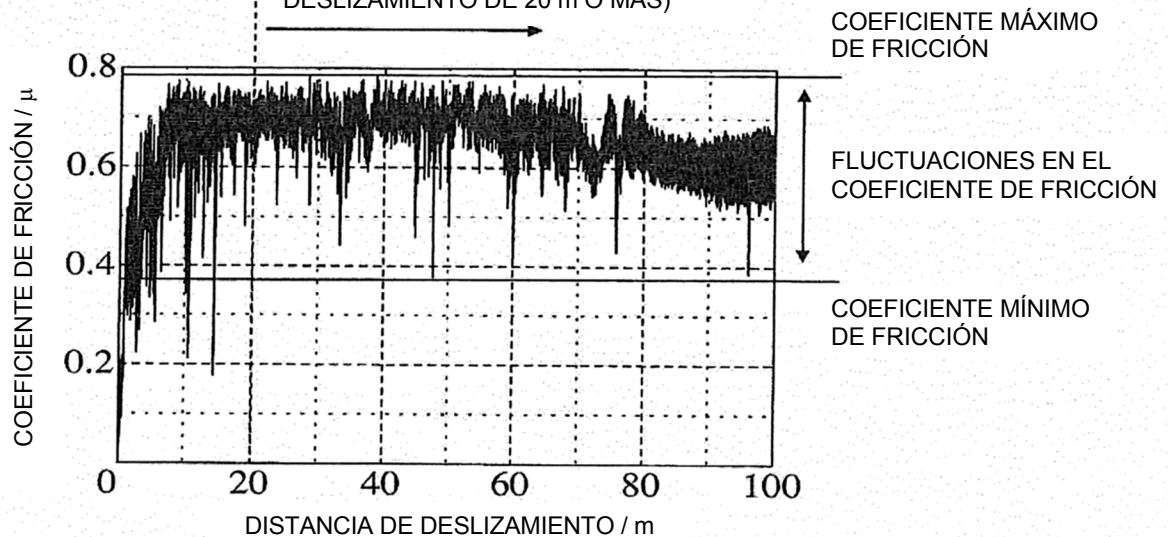


FIG.3

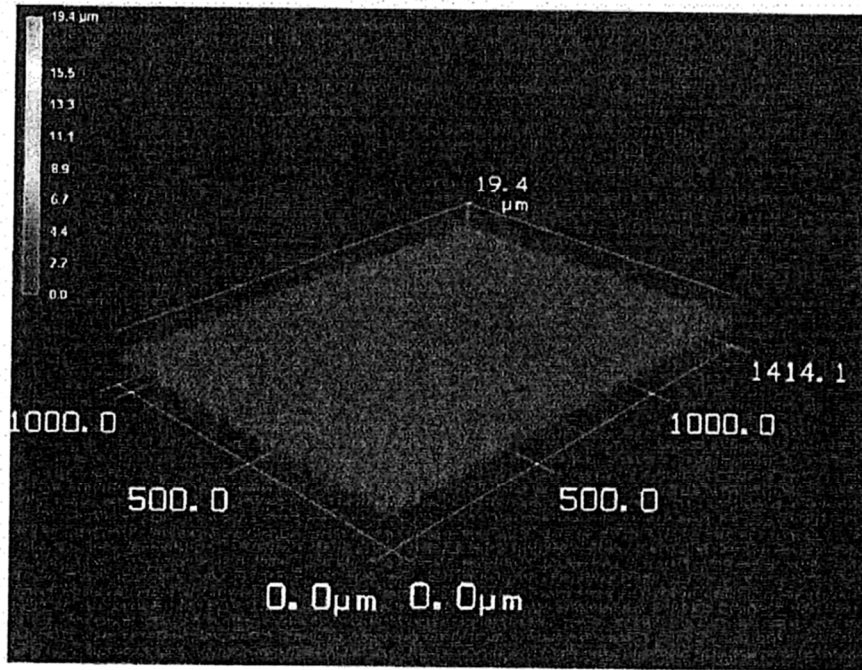


FIG.4

