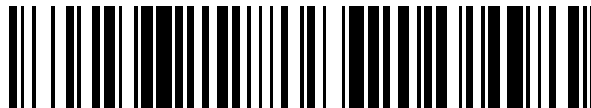


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 692**

51 Int. Cl.:

C23C 16/458 (2006.01)

C23C 14/50 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.02.2016 PCT/EP2016/053176**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016 WO16128579**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2016 E 16706999 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3256619**

54 Título: **Accesorios que comprenden medios magnéticos para sostener piezas de trabajo simétricas rotatorias**

30 Prioridad:

13.02.2015 US 201562115725 P

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

12.03.2019

73 Titular/es:

**OERLIKON SURFACE SOLUTIONS AG,
PFÄFFIKON (100.0%)
Churerstrasse 120
8808 Pfäffikon, CH**

72 Inventor/es:

**KIM, DONG-JU;
KEPLINGER, CHRISTIAN;
VESTER, ARMIN y
BECKER, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 703 692 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

Accesorios que comprenden medios magnéticos para sostener piezas de trabajo simétricas rotatorias

5 La presente invención se refiere a accesorios que comprenden una disposición de imán para sostener piezas de trabajo hechas de materiales que pueden ser atraídos por fuerzas magnéticas y un método que utiliza los accesorios magnéticos en procesos de vacío asistido por plasma. Además, la presente invención se refiere al uso de los accesorios inventivos para sujetar piezas de trabajo para realizar tratamientos de plasma al vacío en las superficies de las piezas de trabajo.

10 Los accesorios de acuerdo con la presente invención son particularmente ventajosos para sujetar piezas de trabajo que se van a recubrir con capas de diamante como carbono (DLC) depositadas mediante el uso de deposición química de vapor asistida por plasma (PACVD), ya que los accesorios de la invención permiten evitar la generación de plasmas laterales indeseables que típicamente afectan negativamente las características de los recubrimientos DLC formados en las superficies de la pieza de trabajo.

Estado de la técnica

20 Entre la gran variedad de procesos de plasma reactivos y no reactivos, la asistencia de plasma se usa ampliamente para tratar superficies de herramientas, componentes, piezas de automóviles, productos de consumo o dispositivos médicos, por ejemplo, activación de la superficie del plasma, grabado con plasma o deposición de recubrimiento asistida por plasma, así como nitruración.

25 Como ejemplo, la deposición de recubrimientos de carbono amorfo típicamente involucra varias etapas de proceso asistidas por plasma, como el grabado de sustrato en una atmósfera no reactiva y la deposición de carbono amorfo por deposición de vacío asistida por plasma en una atmósfera reactiva o no reactiva.

30 Los recubrimientos de carbono amorfo, que consisten en una red desordenada de átomos de carbono con una mezcla de enlaces coordinados tanto sp^3 como sp^2 , se denominan comúnmente recubrimientos de carbono tipo diamante o DLC. Dependiendo de su carácter de unión predominante, dichos recubrimientos pueden exhibir propiedades físicas, químicas o tribológicas personalizadas para una amplia gama de aplicaciones industriales, como recubrimientos de protección en herramientas de corte y conformado, componentes y partes que reducen el desgaste y la fricción en la industria automotriz, aplicaciones decorativas, o aplicaciones de corrosión y minimización de desgaste en productos biomédicos o de consumo. Entre los diferentes recubrimientos de DLC, se pueden encontrar incluidos los DLC libres de hidrógeno (es decir, recubrimientos a-C), hidrogenados o dopados no metálicos (es decir, recubrimientos a-C:H) o DLC con dopado de metal (es decir, recubrimientos a-C:H:Me), también el carbono tetrahédrico amorfo (es decir, recubrimientos ta-C).

40 Con el fin de lograr resultados óptimos durante la aplicación, se pueden usar diversas técnicas de deposición para sintetizar el recubrimiento DLC de elección en una amplia gama de materiales de sustrato. Típicamente, los métodos de deposición tales como los procesos físicos de deposición de vapor (PVD), la deposición química de vapor (CVD), la deposición por láser pulsado (PLD) o también la evaporación por arco catódico (CAE) son conocidos por la deposición de recubrimientos de carbono, a menudo con la ayuda de plasmas adicionales en la superficie del sustrato durante el crecimiento del recubrimiento, lo que permite reducir la temperatura de deposición y, por lo tanto, una gama más amplia de materiales de sustrato.

50 En la mayoría de los procesos de PVD, como CAE, PLD o pulverización catódica, todo el material de recubrimiento o al menos los componentes de recubrimiento se transfieren desde un material objetivo en una línea de visión predominantemente directa hacia la pieza de trabajo. Esto generalmente resulta en una dependencia del espesor del recubrimiento geométrico de la geometría del sustrato/pieza de trabajo y/o la alineación de la pieza de trabajo hacia el flujo de partículas durante el crecimiento, que es significativamente diferente a los procesos de CVD o CVD asistida por plasma (PACVD) que pueden proporcionar un espesor más o menos uniforme en todas las superficies libres.

55 En general, los sustratos pueden montarse en una cámara de deposición mediante medios de sujeción del sustrato, que se denominan accesorios a continuación, todos los cuales tienen en común para mantener el sustrato en una posición óptima durante la deposición, así como durante la transferencia hacia y desde la cámara de deposición. Dependiendo del tamaño y la forma de la pieza de trabajo, el material de recubrimiento y los parámetros de deposición, a menudo se requiere que los accesorios realicen una rotación simple, doble o incluso triple durante el proceso de deposición con respecto al eje de simetría principal de la cámara de deposición.

60 Si bien en algunas de las técnicas de proceso de vacío asistido por plasma mencionadas anteriormente, la presencia del plasma en la pieza de trabajo es de importancia subordinada, en PACVD las condiciones del plasma en la superficie del sustrato a recubrir se vuelven de gran importancia para alcanzar una buena adhesión, propiedades de recubrimiento homogéneas, y espesores en toda la superficie del sustrato. Especialmente para componentes de precisión o piezas de automóviles con simetría rotativa a lo largo del eje principal de la pieza de trabajo, tal como por ejemplo agujas, pasadores o émbolos, una alta uniformidad de propiedades de recubrimiento es inevitablemente

necesaria para lograr resultados óptimos durante la aplicación. Por esta razón, el montaje del sustrato se convierte en una parte crucial del conjunto del proceso en general, por ejemplo, procesos de recubrimiento DLC, donde los plasmas son activos en las herramientas o la superficie del sustrato durante el grabado, así como el proceso de deposición en sí.

5 En muchos casos, es suficiente usar abrazaderas, ganchos o accesorios en forma de placa/copa para montar la pieza de trabajo en la cámara de deposición y permitir la rotación del sustrato como se explicó anteriormente. Sin embargo, los efectos de sombra cerca de la zona de contacto entre el soporte del sustrato mecánico y la superficie de la pieza de trabajo pueden provocar falta de homogeneidad en el grosor del recubrimiento y las propiedades del recubrimiento, que deben evitarse siempre que sea posible.

15 Recientemente, el uso de soportes magnéticos giratorios dobles se ha descrito en la patente de EE. UU. No. 8152971B2 para el montaje de insertos de carburo cementado. Este enfoque permite pequeñas zonas de contacto entre la pieza de trabajo y el soporte del sustrato y evita la interacción mecánica y, por lo tanto, los efectos de sombra en la superficie funcional de la pieza recubierta. Como se describe en la Patente de EE. UU. No. 8152971B2, la mejora del campo magnético en las esquinas y los bordes incrementó el espesor del recubrimiento en los bordes y esquinas de las herramientas de corte, lo que permitió una mayor vida útil de la herramienta en las operaciones de torneado. Desafortunadamente, tales accesorios magnéticos con líneas de campo magnético indefinido no son adecuados para la deposición de DLC por procesos PACVD en piezas automotrices de gama alta y componentes de precisión, ya que el campo magnético no homogéneo de la montura de sustrato conduciría a condiciones de plasma no homogéneas sobre la superficie de trabajo. Especialmente si las piezas de trabajo exhiben simetría rotativa y la mayor precisión en términos de distribución del espesor del recubrimiento y propiedades homogéneas de recubrimiento sobre la superficie de las partes recubiertas, este enfoque no puede cumplir los requisitos.

25 En el documento EP1881086A1 se proporciona un enfoque más sofisticado para montar un gran número de piezas de trabajo en una máquina industrial de recubrimiento por lotes, donde se describe el uso de accesorios magnéticos para pasadores de cadena. Se muestra que las piezas de acero simétricas giratorias pueden montarse en soportes de sustrato que exhiben cada uno de los imanes permanentes en contacto directo con la base de la pieza de trabajo. Las fuerzas de sujeción entre el accesorio magnético y el pasador de la cadena se eligen lo suficientemente alto como para mantener los pasadores en una posición constante perpendicular al primer eje de rotación del soporte del accesorio giratorio. Sin embargo, este enfoque da como resultado un campo magnético no homogéneo a lo largo del eje principal o del eje de rotación de los pasadores debido al hecho de que las líneas del campo magnético se expanden desde el polo sur magnético del imán permanente y "entran" en la base de la parte a lo largo de toda la pieza de trabajo y encontrarán su extremo en el polo norte magnético, que se encuentra en el lado opuesto de la zona de contacto entre el pasador y el accesorio. Esto crea un campo magnético "abierto" sobre la pieza de trabajo y el soporte del accesorio magnético, que puede denominarse fuga magnética y, de manera inherente, resultará en falta de homogeneidad perjudiciales de la distribución del campo magnético y, por lo tanto, las condiciones de plasma circundantes a lo largo del eje de la pieza de trabajo.

40 El uso de los accesorios mencionados anteriormente que comprenden medios magnéticos de acuerdo con el estado de la técnica, desafortunadamente, resulta en la generación de plasmas laterales indeseables durante los procesos de vacío asistido por plasma en los que se activa un plasma en las superficies de la pieza de trabajo a tratar y también en superficies de piezas de accesorios, como por ejemplo durante la deposición de recubrimientos DLC mediante PACVD.

45 **Objetivo de la invención**

50 Por lo tanto, es necesario encontrar una solución para evitar la generación de plasmas laterales no deseados durante la conducción de los procesos de vacío asistido por plasma, donde un plasma reactivo o no reactivo está activo en la superficie del sustrato para lograr un tratamiento homogéneo de la superficie de la pieza de trabajo, así como la producción de recubrimientos que tienen propiedades homogéneas a lo largo de las superficies recubiertas completas independientemente de la distancia entre la zona de contacto del sustrato a recubrir y el accesorio de sujeción.

55 Otro requisito, aún no mencionado, para el accesorio es la estabilidad frente a los medios corrosivos y abrasivos debido a los inevitables ciclos regulares de limpieza de los equipos de recubrimiento industrial. Esto se realiza a menudo mediante chorro de arena de los accesorios recubiertos y/o limpieza química húmeda en medios agresivos.

Descripción de la presente invención

60 El objetivo de la invención se resuelve mediante el sistema de accesorios de acuerdo con la reivindicación 1 y el método de tratamiento de plasma de acuerdo con la reivindicación 6. Los inventores tuvieron la idea de construir un sistema de accesorio que comprendiera medios magnéticos, pero dispuestos de tal manera que las fuerzas magnéticas entre el accesorio magnético y la pieza de trabajo puedan ser lo suficientemente altas para sostener la pieza de trabajo pero al mismo tiempo con el menor impacto posible en el campo magnético a lo largo del eje principal de la pieza de trabajo para evitar espesores de recubrimiento no homogéneos y propiedades de recubrimiento del

sustrato recubierto que resultan de condiciones de plasma no homogéneas (producidas por ejemplo por generación de plasmas laterales indeseables) en la superficie de la pieza de trabajo.

5 Como ya se mencionó anteriormente, a menudo los accesorios para sujetar piezas de trabajo comprenden medios magnéticos para fijar la pieza de trabajo al soporte. Sin embargo, para algunas aplicaciones debe evitarse que el campo magnético de tales medios magnéticos se filtre hacia el entorno circundante del accesorio. Por ejemplo, en el contexto de PVD o PACVD, el campo magnético establecido por los medios magnéticos no debería afectar la condición del plasma.

10 Especialmente cuando los accesorios se mueven típicamente dentro de la cámara de recubrimiento durante la deposición para establecer un recubrimiento homogéneo, el plasma tiende a ser inestable en presencia de campos magnéticos adicionales que se originan en los accesorios.

15 La presente invención divulga un sistema de fijación que es en particular ventajoso para soportar partes o piezas de trabajo a tratar por medio de un proceso de vacío asistido por plasma, en particular durante la deposición de películas de carbono tipo diamante por PACVD. Las partes simétricas especialmente rotativas (por ejemplo, los émbolos, agujas o pasadores) se centran en la presente invención, ya que el sistema de accesorio utiliza una disposición magnética simple para mantener los sustratos recubiertos sin afectar negativamente las condiciones del plasma en la superficie del sustrato. De este modo, el campo magnético está confinado casi exclusivamente dentro de la zona de contacto del accesorio magnético de la pieza de trabajo y, por lo tanto, se evitan en esta región los plasmas laterales no deseados debido a una fuga magnética. Esto permite, en particular, la deposición de recubrimientos DLC con una adhesión óptima, el mayor espesor de recubrimiento y la homogeneidad de las propiedades a lo largo de la superficie de la parte recubierta.

25 De acuerdo con la solución de la presente invención, se establece una disposición magnética de tal manera que, junto con la pieza de trabajo insertada en el accesorio, el campo magnético está confinado dentro de un circuito cerrado establecido por materiales magnéticos y/o ferromagnéticos.

30 La presente invención y las realizaciones preferidas de la presente invención se explicarán a continuación y se apoyarán a modo de ejemplo con las figuras. Las siguientes explicaciones y ejemplos no pretenden limitar la presente invención, sino solo ayudar a comprender la invención y mostrar formas en que la invención puede ponerse en práctica.

35 La figura 1 muestra la configuración de un accesorio como se usa comúnmente en la actualidad. Con esta configuración, el campo magnético se está filtrando en la vecindad del accesorio y afecta negativamente al plasma utilizado durante la deposición de vapor.

La figura 2 muestra un ejemplo de un accesorio magnético con un yugo 6 magnético y un espacio 53 de aire entre el imán 51 permanente y la cubierta 4 no magnética.

40 La figura 3 muestra un ejemplo de un accesorio magnético con un yugo 6 magnético y un espaciador 55 no magnético entre el imán 51 permanente y la cubierta 4 no magnética.

La figura 4 muestra un ejemplo de un accesorio magnético con varios imanes 61 permanentes en una placa de enlace de imán 63 dentro de la cubierta 4 no magnética.

45 Un dibujo esquemático de un accesorio magnético en la figura 1 representa el estado de la técnica, donde un imán 51 permanente se ensambla en una base 2 de accesorio. El imán 51 está rodeado en dirección radial por una cubierta 5, cuyo propósito no se define con más detalle en la literatura. Dichos accesorios se pueden cargar típicamente en una placa de soporte de múltiples accesorios separada, que no se muestra aquí. Dichas placas de soporte generalmente están dispuestas una encima de la otra y se someten a una rotación doble en una máquina de recubrimiento de tipo por lotes común, ya que se fijan en un carrusel giratorio con transmisión fija. Con el fin de lograr una rotación de tres veces, el movimiento giratorio del árbol de múltiples accesorios de rotación giratoria se utiliza para rotar las instalaciones magnéticas individuales al acariciar un anillo 3 de engranaje con el llamado "dedo fluctuante".

50 Al utilizar un conjunto de accesorio magnético como se muestra esquemáticamente en la figura. 1, el grosor del recubrimiento del recubrimiento DLC es significativamente mayor en la parte superior de la pieza de trabajo, en nuestro ejemplo, un pasador, en comparación con el área de superficie que está más cerca de la zona de contacto del accesorio magnético. Además, las propiedades mecánicas del recubrimiento DLC son significativamente diferentes a lo largo del eje principal del pasador recubierto, lo que puede conducir a un fallo prematuro durante la aplicación.

60 Estas implicaciones negativas de los soportes magnéticos existentes en los procesos de vacío asistido por plasma pueden superarse utilizando los conjuntos magnéticos inventivos propuestos, en particular para la deposición de recubrimientos de DLC como se explica a continuación.

65 Los inventores sorprendentemente encontraron que se crea un campo magnético significativamente más bajo alrededor de la zona de contacto entre el accesorio y la pieza de trabajo, al tiempo que se mantienen fuerzas

magnéticas suficientemente altas para transportar una pieza de trabajo 1, si se instala un yugo 6 de imán en el accesorio magnético separado radialmente del imán 51 permanente por un espacio 53 de aire. Un dibujo esquemático de tal conjunto se presenta en la figura 2, donde también se indica una cubierta 4 no magnética del accesorio magnético.

5 Las primeras pruebas que utilizan un proceso de recubrimiento DLC en una planta de deposición de Oerlikon Balzers han indicado que la homogeneidad de las propiedades y grosores del recubrimiento, así como la adhesión del recubrimiento DLC se pueden mejorar significativamente en comparación con un accesorio de imán del estado de la técnica. Se encontró que la utilización de un artefacto magnético del estado de la técnica, que crea una fuga magnética en la pieza de trabajo-accesorio de la zona de contacto, exhibe una diferencia de espesor de recubrimiento de más del 40% entre el espesor de la superficie del manto en la región más alta de la pieza de trabajo en comparación con el espesor en la región de la pieza de trabajo más cercana a la pieza de trabajo-accesorio de la zona de contacto. Si el conjunto de imán de la invención se utiliza en el accesorio de imán, se puede lograr una distribución mucho más homogénea del espesor del recubrimiento con una variación igual o inferior al 20%.

15 De acuerdo con la presente invención, las fuerzas de retención magnética son lo suficientemente altas para permitir el posicionamiento de la pieza de trabajo en posición vertical, lo que significa que el eje principal de la pieza de trabajo recubierta apunta hacia la parte superior de la cámara de deposición, por lo tanto 0°, o en otros casos, el eje principal de la pieza de trabajo está inclinado a un ángulo arbitrario entre 0° y 180°, lo que significa que la pieza de trabajo se puede montar en el cabezal.

20 La intensidad de un campo magnético se puede entender a escala con el gradiente de las líneas del campo magnético. Por lo tanto, es una realización preferida de la presente invención que el campo magnético de la combinación accesorio-pieza de trabajo puede ser confinado principalmente dentro de la pieza de trabajo y el conjunto de imán adyacente, que evita los plasmas laterales no intencionados durante los procesos de vacío asistido por plasma, en particular PACVD, y por lo tanto mejora la distribución del espesor del recubrimiento y la homogeneidad de las propiedades del recubrimiento a lo largo del eje principal de la pieza de trabajo.

25 En otro ejemplo de la presente invención, un material 55 espaciador no magnético sólido, como se indica esquemáticamente en la figura 3, separa radialmente el imán 51 permanente del yugo 6 del imán.

30 Las polaridades de los imanes 51 pueden desviarse de la orientación mostrada en las Figuras 2 y 3, respectivamente, y deben optimizarse para el proceso de vacío asistido por plasma individual (por ejemplo, en términos de la geometría del elemento de la pieza de trabajo, los materiales utilizados, el concepto del accesorio y la rotación).

35 El espaciador no magnético está hecho preferiblemente de acero no magnético, como por ejemplo 1.4301 o 1.4305, pero también puede producirse de material cerámico no magnético o un polímero no magnético.

40 Como una realización de la presente invención, el yugo 6 magnético está hecho preferiblemente de un material ferromagnético, tal como acero ferrítico (por ejemplo, 1.0718).

45 Otra realización de la invención es que la base 2 del accesorio está hecha de acero inoxidable o austenítico. Alternativamente, la base del accesorio también puede estar hecha de acero ferrítico o hierro fundido, lo que, sin embargo, requiere una adaptación cuidadosa del concepto magnético general del accesorio magnético, el montaje del accesorio en el carrusel, etc., como se describe a continuación.

50 La medición cuantitativa de un campo magnético es difícil y depende de muchos factores, como, por ejemplo, la geometría de la pieza de trabajo, el accesorio y el conjunto del imán, así como la combinación de material utilizado de la pieza de trabajo, los imanes y otras partes del accesorio, y el método de medición en sí. Por lo tanto, los inventores creen que el valor de Gauss medido local no es adecuado para definir exactamente las reivindicaciones de la invención.

55 Con el fin de describir adecuadamente las reivindicaciones pretendidas del dispositivo de imán de la invención, así como el método correspondiente que usa el dispositivo de la invención, se pueden usar las características del artículo recubierto y/o tratado. Además, la siguiente realización debe considerarse como particularmente importante. Por lo tanto, es una realización preferida de la invención que la relación geométrica entre el imán 51, el espacio 53 de aire y el yugo 6 magnético debe elegirse de manera tal que el campo magnético esté confinado principalmente dentro de la combinación pieza de trabajo-accesorio para que se cumplan las siguientes condiciones:

- 60 - La intensidad del campo magnético es lo suficientemente alta para fijar la pieza de trabajo,
- el campo magnético fuera de la pieza de trabajo está limitado de manera que no se active ningún plasma lateral no deseado durante el tratamiento y/o deposición del plasma,
- 65 - el material del yugo magnético no está saturado magnéticamente.

La misma relación geométrica/magnética se aplica mutatis mutandis para la situación con el yugo 6 magnético y el espaciador no magnético 55.

5 También es una realización preferida de la presente invención que el espacio 53 de aire asegura una distancia igual entre el imán 51 y el yugo 6 radial y axialmente a lo largo del eje de simetría del imán 51 permanente. El contacto entre el imán y el yugo debe habilitarse en la parte inferior del imán en dirección alejada de la pieza de trabajo.

10 El yugo magnético encierra el imán permanente solo circunferencialmente, pero no en dirección hacia la pieza de trabajo. Las líneas del campo magnético entran así en la pieza de trabajo en el lado inferior de la pieza, en la zona de contacto del accesorio de la pieza de trabajo, y también salen preferiblemente en el lado inferior para crear un bucle cerrado de líneas de campo magnético con el yugo magnético.

15 Otro ejemplo, que emplea la misma idea inventiva evitando plasmas laterales no intencionados durante el procesamiento de vacío asistido por plasma, pero que permite fuerzas de retención aún mayores, se muestra esquemáticamente en la figura 4.

20 La figura 4 muestra la configuración de acuerdo con otra realización de la presente invención. Para fijar un sustrato o parte o pieza de trabajo 1 en los accesorios durante la deposición, se necesita un imán y el imán debe sumergirse en una cubierta no magnética. Como es mejor no detectar ningún campo magnético en el exterior de la cubierta 4 de protección del imán, excepto la cara superior que está en dirección hacia la pieza de trabajo. Por lo tanto, es mejor ajustar el ensamblaje del imán de manera que se cree un bucle cerrado de líneas de imán dentro de la combinación accesorio-pieza de trabajo.

25 Como una realización preferida, se puede realizar un bucle cerrado de líneas magnéticas si los imanes tienen que estar dispuestos en direcciones opuestas a partir de sus imanes adyacentes y se coloca una placa de enlace magnético (sustancia magnética) debajo de los imanes. La cantidad de imanes dispuestos tiene que ser de número par.

30 Con la disposición inventiva según la figura 4 se midió el campo magnético fuera de la combinación accesorio-pieza de trabajo y se encontró que era débil. Significa que el campo magnético era suficientemente bajo para evitar la generación de un plasma lateral en esta región.

35 Especialmente cuando se deben aplicar recubrimientos de DLC que usan PACVD, la presente invención es muy ventajosa ya que se evitan los plasmas laterales indeseables. Tales plasmas laterales indeseables típicamente afectan negativamente las características de los recubrimientos de DLC.

40 La figura 4 muestra un ejemplo del conjunto de imán de la invención según la descripción anterior. El accesorio magnético está compuesto por una pluralidad de imanes 61 permanentes, que se sumergen en la cubierta 4 no magnética y se colocan en una placa 63 de enlace de imán. Los imanes permanentes están dispuestos por pares con polaridades magnéticas opuestas, como es visible a lo largo de la línea transversal A-A en el dibujo esquemático de 4. Se puede lograr un buen confinamiento magnético del campo magnético dentro del accesorio magnético y la pieza de trabajo y, al mismo tiempo, las líneas del campo magnético preferiblemente se expanden solo en dirección vertical hacia la pieza de trabajo y hacia la placa de enlace magnético y exhiben así un "bucle cerrado" magnético.

45 Otra realización preferida es que la relación geométrica entre los imanes 61, la disposición de polaridades alternas de los imanes adyacentes, la placa 63 de enlace de imán, debe elegirse de manera tal que el campo magnético esté mayormente confinado dentro de la combinación de pieza de trabajo-accesorio de manera que se cumplen las siguientes condiciones:

- 50 - la intensidad del campo magnético es lo suficientemente alta para fijar la pieza de trabajo,
- el campo magnético fuera de la pieza de trabajo está limitado de manera que no se active el plasma lateral no deseado durante el tratamiento y/o deposición del plasma,
- 55 - el material de la placa de enlace magnético no es magnéticamente saturado.

60 Es una realización de la invención que el accesorio magnético está cubierto por una cubierta no magnética, preferiblemente hecha de un material resistente a la corrosión como el acero inoxidable (por ejemplo, 1.4301, 1.4305), que protege al conjunto del imán para que no se recubra durante la deposición y protege efectivamente al conjunto del imán durante la limpieza química y/o mecánica.

En otra realización de la invención, los imanes permanentes están hechos de material magnético duro fuerte como, por ejemplo, aleación de samario-cobalto (SmCo) o similar.

65 Otra realización de la invención es que los imanes permanentes usados exhiben una temperatura de Curie superior a 450°C para mantener las fuerzas magnéticas durante un proceso de vacío asistido por plasma. Esta alta temperatura

de Curie tiene la ventaja de que, a temperaturas de proceso más bajas, en particular durante la deposición de DLC, por ejemplo. 250-300°C, las fuerzas de retención magnética son más o menos constantes.

5 En otra realización preferida, la placa de enlace magnético está hecha de acero (es decir, 1.4034) o cualquier material magnético comparable que permita un enlace magnético.

10 También es una realización preferida de la presente invención que los imanes permanentes están dispuestos adyacentes entre sí, pero con polaridades alternativas. Además, el conjunto de imanes utilizados debe ser de un número par, por ejemplo, 2, 4, etc.

15 Una realización preferida adicional de la presente invención es que la distribución del espesor del recubrimiento de las piezas recubiertas está dentro de un intervalo de $\pm 20\%$ del espesor medio del recubrimiento a lo largo de la superficie del manto de la pieza de trabajo. La superficie del manto se define aquí como la superficie de la pieza de trabajo a lo largo del eje de rotación principal de la pieza de trabajo.

20 En otra realización preferida de la presente invención, los accesorios magnéticos pueden experimentar una rotación de tres veces con respecto al eje principal de la cámara de deposición. Esto logró que la rotación doble del soporte de múltiples accesorios dispara de forma pasiva la rotación triple individual de los accesorios magnéticos individuales al presionar el anillo 3 del engranaje con "dedos ondulantes" fijos. Alternativamente, se puede usar un conjunto de transmisión adicional para lograr una rotación triple de los accesorios magnéticos a una velocidad de rotación fija. En este caso, el anillo de engranaje 3 se utiliza para girar los accesorios magnéticos de una manera controlada y continua.

25 Los inventores encontraron que la dimensión radial de los conjuntos de imán inventivos debería ser en total igual o ligeramente menor que la dimensión radial de la pieza de trabajo simétrica giratoria. Por lo tanto, es una realización preferida. El radio exterior del yugo magnético debe estar en el rango de 100% a 50% de la dimensión radial de la pieza de trabajo. El radio interior del yugo del imán, así como el grosor del espacio de aire, o el espaciador no magnético, respectivamente, se definen por su funcionalidad como se describe anteriormente.

30 El mismo rango se aplica mutatis mutandis para la dimensión radial exterior de los pares de imanes mencionados anteriormente y la placa de conexión del imán de conexión, que por lo tanto debe estar en el rango de 100% a 50% de la dimensión radial de la pieza de trabajo.

35 En otras palabras, si la pieza de trabajo es un pasador de 20 mm de diámetro, el radio exterior del yugo del imán o los pares de imanes deben ser de 10 mm como máximo y de 5 mm como mínimo.

40 Por tanto, es una realización de la invención que el conjunto de imán de la invención se puede utilizar en cualquier tipo de proceso de vacío asistido por plasma reactivo o no reactivo, en particular tratamientos como grabado químico, nitruración, carburación o deposición de recubrimiento, donde el plasma es activo en la superficie de la pieza de trabajo y los plasmas laterales son involuntarios.

45 La utilización de los accesorios de imán de la invención resultó ser de particular ventaja para la deposición de DLC en procesos PACVD.

En particular, la presente invención divulga:

50 Un sistema de accesorio inventivo que comprende varias partes, siendo al menos una de las partes una pieza de sujeción para sujetar una pieza de trabajo que comprende sustancias ferromagnéticas, comprendiendo dicha pieza de trabajo un cuerpo con dos extremos y exhibiendo a lo largo de un eje giratorio una forma simétrica con una dimensión radial y con superficies para ser tratada por medio de un proceso de tratamiento de vacío asistido por plasma, dicha parte de retención comprende medios magnéticos que generan un campo magnético con una fuerza magnética en la dirección del eje rotatorio que es lo suficientemente alta como para sostener la pieza de trabajo si la pieza de trabajo se coloca sobre una superficie de sujeción de la parte de sujeción de tal manera que uno de sus extremos esté en contacto con la superficie de sujeción de la parte de sujeción, en donde los medios magnéticos de la parte de sujeción están diseñados y dispuestos de tal manera que las líneas de campo magnético generado están al menos en gran parte confinadas al espacio ocupado con partes del sistema de accesorios o cuerpo de la pieza de trabajo, de modo que una generación de los plasmas laterales causados por las líneas del campo magnético durante la ejecución de un tratamiento con plasma se evita.

60 Una realización preferida del sistema de accesorio inventivo, en el que la parte de sujeción comprende una base (2) de accesorio, un yugo (6) de imán que comprende una abertura, un diámetro exterior y un diámetro interior, estando colocada dicho yugo de imán entre una superficie de la base de accesorio y la superficie de sujeción de la parte de sujeción de manera que dicha abertura se coloque en el lado opuesto a la base del accesorio, al menos un imán (51) colocado dentro del yugo (6) del imán de manera que el al menos un imán (51) se mantiene circunferencialmente a igual distancia del yugo (6) del imán por un espacio (53) de aire.

65

Una realización preferida del sistema de accesorio inventivo, en el que la parte de sujeción comprende una base (2) de fijación, un yugo (6) de imán que comprende una abertura, un diámetro exterior y un diámetro interior, estando colocada dicho yugo de imán entre una superficie de la base de accesorio y la superficie de sujeción de la parte de sujeción de manera que dicha abertura se coloque en el lado opuesto a la base del accesorio, al menos un imán (51) colocado dentro del yugo (6) del imán de manera que el al menos un imán (51) se mantiene circunferencialmente a la misma distancia del yugo (6) del imán por un espaciador (55) no magnético).

Una realización preferida de cualquiera de los accesorios inventivos que comprenden un yugo de imán, en el que el radio exterior con respecto al diámetro exterior del yugo (6) del imán está en el intervalo de 100% a 50% de la dimensión radial del cuerpo de la pieza de trabajo.

Una realización preferida adicional del sistema de accesorio inventivo, en donde la parte de sujeción comprende una base (2) de accesorio, una placa (63) de enlace de imán colocada entre una superficie de la base de accesorio y la superficie de sujeción de la parte de sujeción, y al menos una par de imanes (61) colocados entre la placa (63) de enlace del imán y la superficie de sujeción de la parte de sujeción de manera que cada imán de dicho al menos un par de imanes (61) esté colocado uno al lado del otro con polaridades opuestas y formando un diámetro exterior. El radio exterior con respecto al diámetro exterior formado por el par de imanes (61) está preferiblemente en el intervalo de 100% a 50% de la dimensión radial del cuerpo de la pieza de trabajo.

Una realización preferida adicional de cualquiera de los sistemas de accesorio descritos anteriormente, en la que la parte de sujeción comprende además una cubierta (4) no magnética que comprende acero inoxidable que se usa como superficie de sujeción.

Una realización preferida adicional de cualquiera de los sistemas de accesorio descritos anteriormente, en el que uno o más imanes comprendidos en la parte de sujeción son imanes permanentes que están hechos de material magnético duro. El material magnético duro tiene preferiblemente una temperatura de Curie superior a 450°C.

Un método inventivo para el tratamiento con plasma de al menos una pieza de trabajo que tiene un cuerpo que comprende sustancias ferromagnéticas y dos extremos y exhibe a lo largo de un eje rotatorio una forma simétrica con una dimensión radial y superficies a tratar por medio de un proceso de tratamiento de vacío asistido por plasma, que comprende la generación de plasma en la proximidad del sustrato, en donde se utiliza un sistema de fijación de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores para sujetar las piezas durante la ejecución del proceso de tratamiento de vacío asistido por plasma que comprende la generación de plasma en la proximidad de las superficies a tratar y mediante el uso de dicho sistema de fijación se evita una generación de plasmas laterales causados por líneas de campo magnético producidas por medios magnéticos comprendidos en el sistema de fijación durante la ejecución de un tratamiento con plasma.

Una realización adicional del método de la invención descrito anteriormente, en el que el proceso comprende un proceso de recubrimiento llevado a cabo para depositar al menos una capa de recubrimiento a lo largo de una superficie del manto de la pieza a recubrir por medio de un proceso de deposición al vacío asistida por plasma, en particular un proceso PA-CVD, comprendiendo dicho proceso de recubrimiento la generación de plasma en la proximidad de la superficie a recubrir, en donde utilizando dicho sistema de accesorio una generación de plasmas laterales causada por líneas de campo magnético producidas por medios magnéticos comprendidos en el sistema de accesorio, que pueden afectar las propiedades de las capas de recubrimiento depositada a lo largo de las superficies a recubrir, se evita.

Una realización preferida adicional de un método de la invención, en el que las piezas de trabajo se giran simétricamente con respecto a al menos un eje durante la ejecución del proceso. Utilizando cualquiera de los métodos de la invención descritos anteriormente para tratar o recubrir piezas de trabajo que son componentes o partes de automóviles, especialmente pasadores, agujas, émbolos.

Un método de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente que comprende una etapa de recubrimiento, en la que las piezas de trabajo están recubiertas con una capa de recubrimiento que presenta una variación de espesor de capa igual o inferior al 20% en comparación con el grosor medio de la capa de recubrimiento medido en la superficie del manto de la pieza de trabajo

Un método de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente que comprende una etapa de recubrimiento, en la que las piezas de trabajo están recubiertas con una capa de recubrimiento que presenta una variación de dureza de capa igual o inferior al 20% en comparación con la dureza media de la capa de recubrimiento medida en la superficie del manto de la pieza de trabajo

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de accesorio que comprende varias partes, siendo al menos una de las partes una pieza de sujeción para sujetar una pieza de trabajo que comprende sustancias ferromagnéticas, comprendiendo dicha pieza de trabajo un cuerpo con dos extremos y exhibiendo a lo largo de un eje giratorio una forma simétrica con una dimensión radial y con superficies que pueden tratarse por medio de un proceso de tratamiento de vacío asistido por plasma, comprendiendo dicha parte de retención medios magnéticos que generan un campo magnético con una fuerza magnética en la dirección del eje rotatorio que es lo suficientemente alta para sostener la pieza de trabajo si la pieza de trabajo se coloca en una superficie de sujeción de la parte de sujeción de tal manera que uno de sus extremos esté en contacto con la superficie de sujeción de la parte de sujeción, caracterizado porque:
- los medios magnéticos de la parte de sujeción están diseñados y dispuestos de tal manera que las líneas de campo magnético del campo magnético generado se limitan al espacio ocupado con partes del sistema de accesorio o cuerpo de la pieza de trabajo, en donde la parte de sujeción comprende una (2) de accesorio y un yugo (6) del imán o una placa (63) de enlace de imán, en donde:
 - si comprende el yugo (6) del imán:
 - o el yugo (6) del imán que comprende una abertura, un diámetro exterior y un diámetro interior, colocándose dicho yugo magnético entre una superficie de la base del accesorio y la superficie de sujeción de la parte de sujeción de manera que dicha abertura se coloque en el lado opuesto al lado de la base del accesorio, al menos un imán (51) colocado dentro del yugo (6) del imán de manera que el al menos un imán (51) se mantenga circunferencialmente a la misma distancia del yugo (6) del imán por un espacio de aire (53) o por un espaciador (55) no magnético, y
 - si comprende placa (63) de enlace:
 - o la placa (63) de enlace de imán colocada entre una superficie de la base del accesorio y la superficie de soporte de la parte de sujeción, y al menos un par de imanes (61) colocados entre la placa (63) de enlace de imán y la superficie de sujeción de la parte de sujeción de manera que cada imán de dicho al menos un par de imanes (61) esté posicionado uno al lado del otro con polaridades opuestas y formando un diámetro exterior,
- de modo que, en el caso de utilizar el sistema de accesorio para el tratamiento de la pieza de trabajo por medio de un proceso de tratamiento de vacío asistido por plasma, se evita una generación de plasmas laterales causados por las líneas del campo magnético del campo magnético generador durante la ejecución del tratamiento.
2. Un sistema de accesorio según la reivindicación 1, caracterizado porque:
- si comprende el yugo (6) del imán, el radio exterior con respecto al diámetro exterior del yugo (6) del imán está en el rango de 100% a 50% de la dimensión radial del cuerpo de la pieza de trabajo,
 - o
 - si comprende la placa (63) de enlace de imán, el radio exterior con respecto al diámetro exterior formado por el par de imanes (61) está en el rango de 100% a 50% de la dimensión radial del cuerpo de la pieza de trabajo.
3. Un sistema de accesorio según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque la parte de sujeción comprende una cubierta (4) no magnética que comprende acero inoxidable, en la que la cubierta (4) no magnética comprende la superficie de sujeción.
4. Un sistema de accesorio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque uno o más imanes comprendidos en la parte de sujeción son imanes permanentes que están hechos de material magnético duro.
5. Un sistema de accesorio según la reivindicación 4, caracterizado porque el material magnético duro tiene una temperatura de Curie superior a 450°C.
6. Método para el tratamiento con plasma de al menos una pieza de trabajo que tiene un cuerpo que comprende sustancias ferromagnéticas y dos extremos y muestra a lo largo de un eje rotatorio una forma simétrica con una dimensión radial y con superficies a tratar por medio de un proceso de tratamiento de vacío asistido por plasma, que comprende la generación de plasma en la proximidad del sustrato, donde se utiliza un sistema de accesorio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5 para sujetar las piezas de trabajo durante la ejecución del proceso de tratamiento de vacío asistido por plasma que comprende la generación de plasma en la proximidad de las superficies a tratar y mediante el uso de dicho sistema de fijación se evita una generación de plasmas laterales causados por líneas de campo magnético producidas por medios magnéticos comprendidos en el sistema de fijación durante la ejecución de un tratamiento con plasma.

7. Método según la reivindicación 6, en el que el proceso comprende un proceso de recubrimiento llevado a cabo para depositar al menos una capa de recubrimiento a lo largo de una superficie del manto de la pieza de trabajo a recubrir por medio de un proceso de deposición al vacío asistido por plasma, en particular un proceso PA-CVD, comprendiendo dicho proceso de recubrimiento la generación de plasma en la proximidad de la superficie a recubrir, en donde
5 utilizando dicho sistema de fijación una generación de plasmas laterales causada por líneas de campo magnético producidas por medios magnéticos comprendidos en el sistema de fijación, que pueden afectar las propiedades de la capa de recubrimiento depositada a lo largo de las superficies a recubrir, se evita.
8. Método según la reivindicación 6 o 7, caracterizado porque las piezas de trabajo se giran simétricamente con
10 respecto a al menos un eje durante la ejecución del proceso.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6 a 8, caracterizado porque las piezas de trabajo son componentes o piezas de automóviles, especialmente pasadores, agujas, émbolos.
- 15 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 7 a 9, caracterizado porque las piezas de trabajo recubiertas están recubiertas con al menos una capa de recubrimiento que presenta una variación de espesor de capa igual o inferior al 20% en comparación con el espesor de capa de recubrimiento medio medido en la superficie del manto de la pieza de trabajo.
- 20 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 7 a 10, caracterizado porque las piezas de trabajo recubiertas están recubiertas con al menos una capa de recubrimiento que presenta una variación de la dureza de la capa igual o inferior al 20% en comparación con la dureza media de la capa de recubrimiento medida en la superficie del manto de la pieza de trabajo.

Figura 1

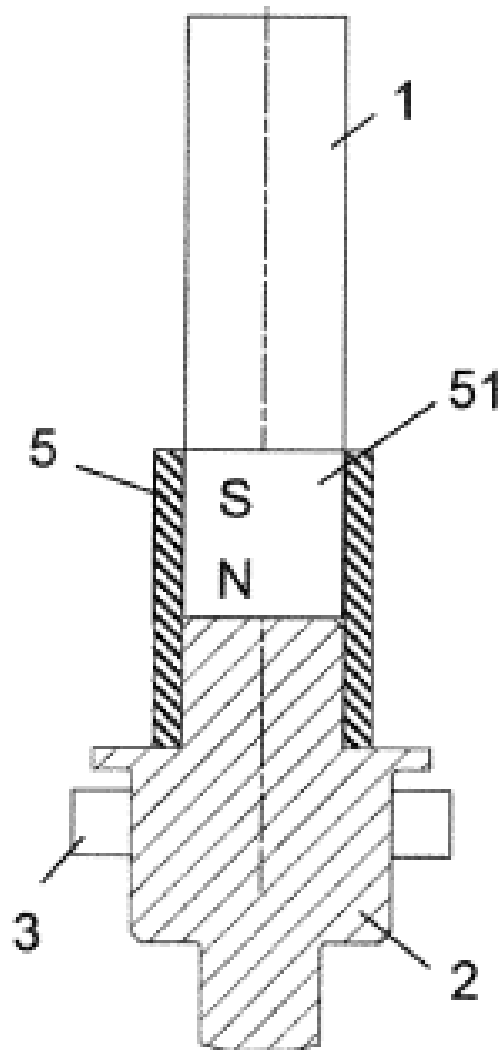


Figura 2

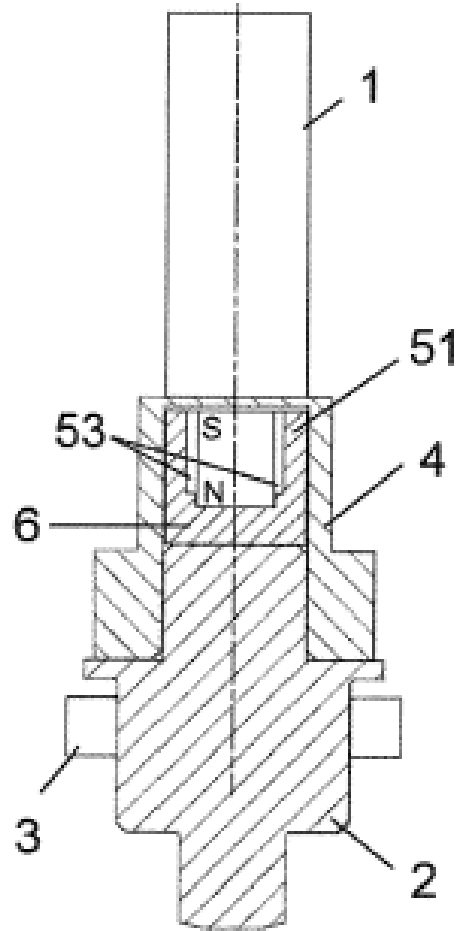


Figura 3

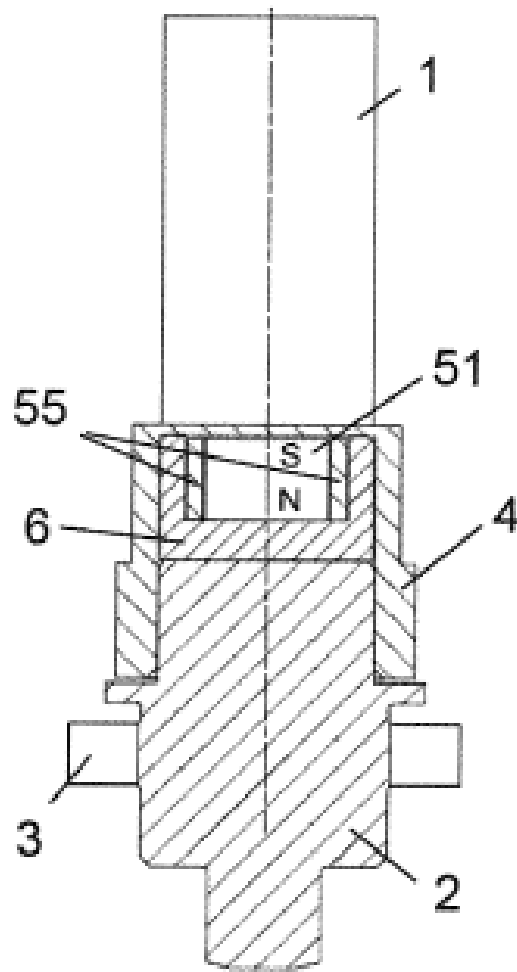


Figura 4

