

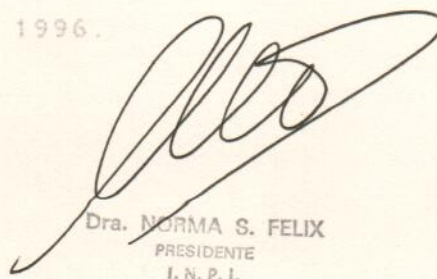


NRO. 250221

LA ADMINISTRACION NACIONAL DE PATENTES, DE CONFORMIDAD A LO RESUELTO EN EL EXPEDIENTE RESPECTIVO Y A LO DISPUESTO POR LA LEY 24.481 (T.O. 1996), EXTIENDE EN NOMBRE DE LA NACION ARGENTINA EL PRESENTE TITULO A FAVOR DE COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, QUE ACREDITA LA CONCESION DE PATENTE DE INVENCION POR PROCEDIMIENTO PARA FORMAR SOBRE UN SUSTRATO SOLIDO UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES A LAS DEL DIAMANTE, LOS CUERPOS ASI RECUBIERTOS Y LA PELICULA AUTOPORTANTE ASI OBTENIDA., CUYA DESCRIPCION ANEXA ES COPIA DE LA QUE EXISTE DEPOSITADA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL.

CONFORME LO ESTABLECIDO EN EL ART. 97 DEL DECRETO 260/96, EL TERMINO POR EL QUE SE ACUERDA LA PATENTE EXPIRARA EL DIA 28 DE OCTUBRE DEL AÑO 2011.

BUENOS AIRES, 28 DE OCTUBRE DE 1996.



Dra. NORMA S. FELIX
PRESIDENTE
I. N. P. I.

REPUBLICA



ARGENTINA

**INSTITUTO NACIONAL
DE LA
PROPIEDAD INDUSTRIAL**

(10) PATENTE DE INVENCION
(11) RESOLUCION NRO. 250221
(24) FECHA DE RESOLUCION 28/10/96
(--) FECHA DE VENCIMIENTO 28/10/2011
(21) ACTA NRO. 321491
(22) FECHA PRESENTACION 23/12/91
(51) INT. CL. 6 - C23C 14/22, 14/00, 14/06
(30) PRIORIDAD CONVENIO DE PARIS
(54) TITULO - PROCEDIMIENTO PARA FORMAR SOBRE UN SUSTRATO
SOLIDO UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES A LAS DEL
DIAMANTE, LOS CUERPOS ASI RECUBIERTOS Y LA PELICULA
AUTOPORTANTE ASI OBTENIDA.
(61) ADICIONAL A LA/S PATENTE/S NRO/S
---- REVALIDA DE LA/S PATENTE/S NRO/S
(71) TITULAR - COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA.
---- CON RESIDENCIA EN AVENIDA DEL LIBERTADOR 8250, CAPITAL
FEDERAL.
---- PAIS AR
(74) AGENTE - 0806

Ref. No. 250221



P A T E N T E D E I N V E N C I O N
=====

Título:

PROCEDIMIENTO PARA FORMAR SOBRE UN SUSTRATO SOLIDO
UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES A LAS DEL DIAMANTE,
LOS CUERPOS SOLIDOS ASI RECUBIERTOS
Y LA PELICULA AUTOPORTANTE ASI OBTENIDA.

Titular:

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
de la República Argentina
cesionaria de los autores.

Autores:

Hugo Alberto HUCK
Alberto Estanislao JECH
Raúl RIGHINI
Emilia Beatriz HALAC
María Angélica RODRIGUEZ de BENYACAR
Julio Antonio NICOLAI

Término:

QUINCE (15) AÑOS



INTRODUCCION - CAMPO DE APLICACION

La presente patente de invención tiene por objeto principal un procedimiento para formar una película de carbono amorfo sobre un sólido, teniendo esta película propiedades físicas y químicas similares a las que tiene el diamante.

Es también un objeto de la presente invención, los cuerpos sólidos recubiertos por aplicación de este procedimiento.

Es, por último, otro objeto accesorio, la película autoportante obtenida por aplicación del presente procedimiento sobre un sustrato sólido, continuando con una etapa de disolución de dicho sustrato.

El diamante es una de las formas cristalinas del carbono, la menos estable, cuyas propiedades son muy conocidas. Entre éstas, se destacan: su dureza, su transparencia, alto índice de refracción, buena estabilidad térmica, alta resistividad eléctrica, alta conductividad térmica y ser inerte químicamente.

Otra forma cristalina del carbono, más estable, es la del grafito, pero sus propiedades difieren de las del diamante.

En múltiples actividades industriales se requieren piezas cuyas características superficiales sean las mismas del diamante. Surgió así la idea de recubrir piezas de otros materiales con películas que posean estas propiedades, por ejemplo, para la fabricación de herramientas. De esta manera, no sólo son más económicas (el diamante natural es caro y difícil de trabajar, y más aún cuando las piezas son grandes), sino que se pueden combinar dichas propiedades superficiales con propiedades volumétricas deseadas de los



materiales de las piezas.

Si además, como las obtenidas con el presente procedimiento, las películas formadas resultan ser lisas, sin rugosidades, el campo de aplicación resulta ser muy amplio.

Así, los cuerpos recubiertos pueden aprovechar su dureza y lisura para formar parte de mecanismos con rozamiento como, por ejemplo, gorriones y/o bujes en mecanismos de mucha precisión, alto rendimiento y/o elevada confiabilidad.

Esas mismas propiedades, combinadas con la inercia química, pueden ser utilizadas en el campo de las prótesis quirúrgicas. Por ejemplo, la rótula de una prótesis de reemplazo de una cabeza de fémur, si se realiza con un material sensible a las sustancias biológicas presentes, se corroe y, al perder su lisura, comienza a actuar como abrasivo de la cavidad cotilóidea del hueso ilíaco que es en parte cartilaginosa; lo mismo ocurre si pierde la lisura por ser el material blando; y todo lo anterior se acelera si la superficie es rugosa desde el inicio. En cambio, con este tipo de recubrimiento, la abrasión de la cavidad no se produce.

Otro campo de aplicación, en donde se pueden aprovechar las propiedades ya citadas y además la transparencia, es en el recubrimiento de lentes y otros dispositivos ópticos. Una capa muy delgada, por ejemplo del orden del micrón, de carbono amorfo de gran dureza, lisura, inerte químicamente y transparente, permitirá proteger costosos equipos provistos de lentes del polvo, la arena,

la acción de vestigios ácidos, etc.

Como se verá más adelante, es posible obtener una película autoportante de carbono amorfo liberada del sólido sobre el cual se formó (diluyendo o fundiendo el sustrato). Esa película, debidamente sustentada, tiene algunas pocas aplicaciones particulares, como por ejemplo, servir de 'stripper' (desnudador) en algunos tipos de aceleradores de partículas, al pasar por el cual un átomo, acelerado previamente, pierde totalmente sus electrones.

ESTADO DEL ARTE

Además del recubrimiento de superficies con diamantes muy pequeños a través de pegamentos, cuyos resultados están muy lejos de los requerimientos actuales, ya se ha intentado, por otros procedimientos, recubrir piezas con una película de propiedades similares a las del diamante.

Dentro de una multitud de intentos con mayor o menor éxito, actualmente hay dos procedimientos (con algunas variantes) realizables industrialmente.

Uno de esos procedimientos es el denominado CVD (Carbon Vapor Deposition), que consiste en generar un plasma de un hidrocarburo (generalmente metano) diluido en hidrógeno, y depositar los iones del plasma sobre un sustrato que se encuentra a una temperatura del orden de los 800 °C, mediante un campo eléctrico. Las restricciones de este método radican, por un lado, en la necesidad del calentamiento del sustrato, que limita la variedad de materiales a elegir y, por otro lado, la geometría de la pieza a recubrir también



está restringida, por el hecho de tener que ser la superficie de dicha pieza una superficie equipotencial conformadora del campo eléctrico.

El segundo procedimiento consiste en depósitos a temperatura ambiente realizados por medio de haces iónicos de carbono. Para evitar la grafitización del depósito, simultáneamente se bombardea con un haz de Argón. La energía de ambos haces es del orden de 1 keV.

La desventaja de tal método proviene de requerir dos haces de iones simultáneos, lo que lo complica y encarece.

El procedimiento de la presente invención supera las limitaciones y desventajas de los métodos conocidos.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

El procedimiento para formar, sobre un sustrato sólido, una película de propiedades similares a las del diamante se caracteriza por comprender las siguientes etapas:

- a) limpiar y desengrasar las superficies exteriores del sustrato sólido;
- b) introducir dicho sustrato en una primera cámara, que se encuentra sustancialmente a potencial de tierra, de una disposición que presenta también una fuente de iones a alta tensión positiva respecto de tierra, y un camino entre dicha fuente de iones y dicha primera cámara en el cual se encuentran, al menos, un conjunto de lentes electrostáticas y un separador de masas magnético;
- c) efectuar en dicha disposición vacío del orden de 10^{-5} mbar;

d) generar un primer haz de iones de C^+ , CH_n^+ ($n < 5$) en dicha fuente de iones a alta tensión positiva respecto de tierra;

e) conformar y enfocar dicho primer haz de iones por medio del conjunto de lentes electrostáticas;

f) homogeneizar el primer haz por medio del separador de masas magnético capaz de desviar los iones no deseados, obteniendo un segundo haz de iones carbono-hidrogenados de un único tipo;

g) hacer incidir dicho segundo haz de iones enfocado y homogeneizado en dicho separador de masas sobre la parte superficial del sustrato hasta recubrirla por dicha película de propiedades similares a las del diamante; estando la fuente de iones utilizada en la etapa d) conformada preferentemente en una segunda cámara a alta tensión positiva respecto de tierra en la que se encuentra un filamento caliente termoemisor, negativo respecto a las paredes de la segunda cámara, capaz de proveer electrones; dicha segunda cámara provista de una válvula de aguja por la que ingresa en forma controlada metano; estableciéndose un arco entre dicho filamento y las paredes que ioniza y fragmenta las moléculas de metano, produciéndose un plasma de C^+ , CH_3^+ y CH_4^+ , los cuales, por ser positivos, son fuertemente repelidos y acelerados por el potencial positivo de la segunda cámara hacia potenciales más próximos al de tierra.

Siendo este procedimiento novedoso con respecto a los del arte previo, se remarca a continuación las principales diferencias, con la salvedad que hay otras diferencias no enumeradas.

1) En ninguno de los procedimientos conocidos se homogeneiza un haz



iónico por medio de un separador de masas magnético.

2) En ninguno de los procedimientos conocidos se acelera un haz iónico con lentes electrostáticas proyectándolo sobre un sustrato en una cámara sustancialmente a potencial de tierra, permitiéndose, de esta manera, que el sustrato sea de cualquier material, conductor o aislador eléctrico, y no dependiendo de la geometría del sustrato para generar el campo eléctrico acelerador. Se obtienen así recubrimientos más homogéneos.

Más aún, al poseer los iones tanta energía, algunos de ellos penetran en el sustrato conformándose una zona de interpenetración o interfase, cuyo espesor se estima entre 50 y 300 Å, que hace que la película de carbono quede muy adherida al sustrato, siendo imposible su separación por medios mecánicos, salvo los destructivos de la capa superficial (abrasión por medio de pasta de diamante).

Hay otras maneras, no preferentes, de generar el primer haz de iones (por ejemplo, a partir de otro material, como etano, o con otra fuente de energía, como radiofrecuencia).

OBJETIVOS DE LA PRESENTE INVENCION

Es, por lo tanto, un objetivo de la presente invención, un procedimiento para formar, sobre un sustrato sólido, una película de propiedades similares a las del diamante: alta dureza, gran estabilidad química y térmica, transparencia, alta conductividad del calor y alta resistividad eléctrica.

Es otro objetivo de la presente invención, un procedimiento para



formar, sobre un sustrato sólido, una película de propiedades similares a las del diamante realizable a temperatura ambiente, más simple que los procedimientos conocidos.

Es aún otro objetivo de la presente invención, un procedimiento para formar, sobre un sustrato sólido, una película de propiedades similares a las del diamante que sea lisa.

Es otro objetivo de la presente invención, un procedimiento para formar, sobre un sustrato sólido, una película homogénea de propiedades similares a las del diamante, independientemente de las cualidades eléctricas de dicho sustrato y de su geometría, y con un grado de adherencia tal que no permita su separación salvo por medios destructivos de esta película.

Son un ulterior objetivo de la presente invención, los cuerpos sólidos formados a partir de sustratos sólidos cualesquiera recubiertos según el presente procedimiento.

Es un último objetivo de la presente invención, la película autoportante de carbono amorfo obtenida recubriendo un sustrato sólido según el presente procedimiento y luego disolviendo o fundiendo dicho sustrato.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION A TRAVES DE UN EJEMPLO

Para concretar las ventajas así someramente comentadas, a las que los usuarios y los entendidos en la especialidad podrán agregar otras muchas más, y para facilitar la comprensión de las



características del procedimiento inventado, se describe a continuación, a modo de ejemplo, una experiencia realizada, con la expresa aclaración de que, precisamente por tratarse de un ejemplo, no corresponde asignar al mismo un carácter limitativo o exclusivo del alcance de protección de la presente patente de invención, sino que le asiste una intención meramente explicativa de la concepción básica en que se funda la misma. x

Se pulió a espejo un cristal de silicio con orientación cristalográfica (1,1,1) y se lavó con desengrasantes en ultrasonido.

A los fines de realizar este experimento, se utilizó un separador de isótopos ya existente en la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina.

Se colocó este sustrato en una cámara de vacío (del orden de 10^{-5} mbar), en la cual se llevó a cabo el recubrimiento.

En otra cámara a elevada tensión positiva respecto de tierra (variable entre 1 y 70 kV), se introdujo metano a través de una válvula de aguja; con un filamento caliente (termoemisor electrónico) a menor tensión, se estableció un arco entre dicho filamento y las paredes de la cámara, que ionizó y fragmentó las moléculas de metano, generandose un plasma de iones C^+ , CH_n^+ ($n < 5$).

El haz de iones fue conformado y enfocado por un sistema de lentes electrostáticas, y fue introducido en un separador de masas tipo escandinavo de doble enfoque, que permite seleccionar un ión de interés entre otros con gran resolución. Así, se homogeneizó el nuevo haz de iones de CH_3^+ que, con energías entre 1 y 30 keV, se lo

hizo incidir sobre una cara de la muestra con una corriente del orden de $2\mu\text{A}$ durante 10 horas.

Una vez obtenido el recubrimiento, se procedió a caracterizarlo.

El material de propiedades más parecidas al diamante resultó ser el obtenido con energías de 30 keV; los datos obtenidos para este caso se brindan a continuación.

Por métodos elipsométricos y ERDA (Elastic Recoil Detection Analysis) se midió un espesor de $.3\mu$ y un índice de refracción de 2.2 a una longitud de onda de 5500 nm. Con estos datos se pudo medir la resistividad, que resultó ser de $10^{12}\Omega\text{cm}$.

La dureza se la determinó en la escala Mosh, intentando rayar la película formada con materiales de dureza conocida, obteniéndose un valor de 9.

Cabe hacer notar que otras mediciones de dureza basadas en impactos no son aplicables, en razón del poco espesor de la película formada.

Por medio de espectroscopía Raman (usando la línea de 5145Å de un LASER de argón, la luz dispersada fue analizada en una geometría de 90° mediante un espectrómetro Jarrell-ASH 25-300). Se determinó que la película es amorfa, con mezcla de enlaces SP2 y SP3.

Estas mediciones fueron repetidas luego que a la muestra se la llevara a temperaturas de 700°C en atmósfera de nitrógeno, durante 30 minutos. Se encontró que se formó grafito.

Se sometió a la superficie a la acción de ácidos clorhídrico, sulfhídrico, sulfúrico y nítrico, y también de hidróxido de sodio,

observandose que no fue atacada. Se observó que, al igual que al diamante, se pudo oxidar la superficie con dicromato de potasio y ácido sulfúrico a 200 °C.

Por medio de una observación directa con microscopio electrónico, se vió que el recubrimiento 'copia' al sustrato atenuando su rugosidad. La adherencia resulto óptima, solamente se pudo eliminar con pasta de diamante.

Se repitió la experiencia descripta para otros sustratos: cobre, acero, vidrio y un cristal de cloruro de sodio. Se verificó que las características obtenidas fueron sustancialmente independientes del sustrato utilizado.

En el caso del cristal de cloruro de sodio, luego de obtenido el recubrimiento, se disolvió en agua el sustrato, obteniéndose una película autoportante.

Girando el sustrato durante la aplicación del procedimiento, se puede recubrir totalmente la superficie del mismo.

CARACTERISTICAS ESPECTROMETRICAS DE LAS PELICULAS OBTENIDAS.

Es interesante profundizar en la espectroscopia Raman.

El espectro Raman a primer orden del grafito (caracterizado por enlaces trigonales SP²) presenta un único y agudo pico en 1580 cm⁻¹. El diamante (caracterizado por enlaces tetrahédricos SP³) tiene también una única y aguda banda activa Raman a primer orden en 1332 cm⁻¹.

Cuando el grafito se vuelve amorfo su banda se corre hacia abajo en frecuencia (hasta los 1500 cm⁻¹ aprox.) y se ensancha

considerablemente, obteniéndose un espectro muy similar a la densidad de estados calculada para un material amorfo formado por enlaces SP2.

El espectro Raman del diamante amorfo no es conocido. Calculos de densidades de estados, suponiendo enlaces SP3 en una estructura amorfa, predicen una banda también ensanchada entre 1200 y 1300 cm^{-1} .

Por otra parte, el grafito microcristalino presenta, además de la banda en 1580 cm^{-1} , una banda en aproximadamente 1350 cm^{-1} (dependiendo del tamaño del grano).

La espectroscopia Raman resulta entonces una herramienta sensible, tanto al carácter cristalino o amorfo de la muestra, como a su naturaleza composicional en términos de enlaces SP2 o SP3.

En las muestras obtenidas por aplicación del presente procedimiento (incluyendo la película autoportante), se obtuvo un pico en 1295 cm^{-1} , que correspondería a la estructura del diamante amorfo.

Para investigar más sobre este tema, se hicieron algunos experimentos, haciendo incidir sobre correspondientes sustratos de silicio (1,1,1) cristalino haces iónicos de C^+ y de CH_3^+ , con distintas energías. Los iones fueron seleccionados con el separador magnético.

Con iones C^+ únicamente y energías bajas (1 keV), se obtuvo un único pico ensanchado en 1545 cm^{-1} . Al subir la energía a 10 keV, se comenzó a formar apenas un ligero 'shoulder' (hombro) situado a frecuencias menores.

En cambio, con iones CH_3^+ únicamente, ya con 1 keV se formó un pico en 1520 cm^{-1} y un 'hombro' (abultamiento en la ladera correspondiente a frecuencias más bajas) que, analizado, correspondía a un segundo pico (de menor amplitud) de 1330 cm^{-1} .

Con 10 keV el hombro resultó más acentuado, correspondiendo el pico a 1500 cm^{-1} y el segundo pico a 1300 cm^{-1} . Por último, con 30 keV, el primer pico se sitúa en menos de 1500 cm^{-1} , mientras que el segundo lo hace en 1295 cm^{-1} .

En resumen, en el caso de depósito con C^+ a bajas energías, se presenta un único pico a los 1545 cm^{-1} , lo que parece indicar que los enlaces SP2 son predominantes en la película formada, y que, a medida que aumenta la energía del haz, comienza a manifestarse un segundo pico. La misma dependencia con la energía es observada cuando se bombardea con CH_3^+ . La diferencia entre las películas obtenidas se da en que los formados con haces hidrogenados siempre está presente un segundo pico a frecuencias más bajas, lo que parecería indicar que los haces hidrogenados favorecen la formación de enlaces SP3.

Los espectros Raman de las películas obtenidas con plasma se parecen a las obtenidas con haces hidrogenados, pero en general los primeros presentan dos picos centrados a frecuencias más altas.

Debe hacerse notar que la amplitud relativa de los dos picos no cuantifican la relación entre cantidad de enlaces SP2 y SP3, ya que la espectroscopía no da un resultado lineal. Este trabajo de cuantificación no ha sido realizado aún.



La obtención del segundo pico se realiza descomponiendo la espectroscopia Raman en la suma de dos curvas Lorentzianas, por métodos computacionales.

Cuando las películas tipo diamante son calentadas a 700 °C en una atmósfera inerte, presentan claramente un pico en los 1580 cm^{-1} , correspondiente al grafito, y un segundo pico alrededor de 1360 cm^{-1} . Este resultado se interpreta como el pasaje de un estado menos estable (diamante) a otro más estable (grafito) por acción de la temperatura. Debe hacerse notar que, sometiendo al diamante natural (cristalino) a altas temperaturas, sucede lo mismo, con la diferencia que las temperaturas a las que sucede esto son más altas.

Se estudió la influencia de un haz de argón sobre la estructura obtenida por aplicación del presente procedimiento; los espectros Raman antes y después del bombardeo con argón no muestran cambios en la estructura del depósito.

De la explicación anterior y los resultados obtenidos, resulta posible caracterizar la película formada por un pico neto (no único) en aproximadamente 1295 cm^{-1} que presenta la espectroscopia Raman, que no se da en películas obtenidas por otros procedimientos.

Se presume que el procedimiento descrito permitiría obtener películas de características similares e igualmente con una proporción apreciable de enlaces SP^3 , o sea, caracterizables por un pico similar al del parrafo anterior, conformando el segundo haz con otro carbono-hidrogenado, como iones CH_4^+ en lugar de CH_3^+ . Tal variante, que presenta como dificultad que estos iones coinciden en



masa y carga con iones O^+ de laboriosa eliminación, queda comprendida dentro de la protección de la presente patente de invención.

Se han descripto así algunos ejemplos de realización del procedimiento para formar sobre un sustrato sólido una película de carbono amorfo de propiedades similares a las del diamante, objeto principal de la presente invención, estando el alcance de la protección de la presente patente de invención definido, fundamentalmente, por las cláusulas reivindicatorias que siguen a continuación.

REIVINDICACIONES

=====

Habiéndose descripto y ejemplificado la naturaleza y el objeto principal de la presente invención, así como la manera en que la misma puede ser llevada a la práctica, se declara reivindicar como de propiedad y de derecho exclusivos:

1.- PROCEDIMIENTO PARA FORMAR SOBRE UN SUSTRATO SOLIDO UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES A LAS DEL DIAMANTE, realizable a temperatura ambiente, caracterizado por comprender las siguientes etapas:

- a) limpiar y desengrasar las superficies exteriores del sustrato sólido;
- b) introducir dicho sustrato en una primera cámara, que se encuentra sustancialmente a potencial de tierra, de una disposición que presenta también una fuente de iones a alta tensión positiva respecto de tierra, y un camino entre dicha fuente de iones y dicha primera cámara en el cual se encuentran, al menos, un conjunto de lentes electrostáticas y un separador de masas magnético;
- c) efectuar en dicha disposición vacío del orden de 10^{-5} mbar;
- d) generar un primer haz de iones de C^+ , CH_m^+ ($n < 5$) en dicha fuente de iones a alta tensión positiva respecto de tierra;
- e) enfocar dicho primer haz de iones por medio del conjunto de lentes electrostáticas;
- f) homogeneizar el primer haz por medio del separador de masas magnético capaz de desviar los iones no deseados, obteniendo un



segundo haz de iones carbono-hidrogenados de un único tipo con energías del orden de los 30 keV;

g) hacer incidir dicho segundo haz de iones homogeneizado en dicho separador de masas sobre la parte superficial del sustrato hasta recubrirla por dicha película de propiedades similares a las del diamante.

2.- PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES A LAS DEL DIAMANTE, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque la fuente de iones utilizada en la etapa d) está conformada en una segunda cámara a alta tensión positiva respecto de tierra en la que se encuentra un filamento caliente termoemisor, negativo respecto a las paredes de la segunda cámara, capaz de proveer electrones; dicha segunda cámara provista de una válvula de aguja por la que ingresa en forma controlada metano; estableciéndose un arco entre dicho filamento y las paredes que ioniza y fragmenta las moléculas de metano, produciéndose un plasma de C^+ , CH_3^+ y CH_4^+ .

3.- PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES A LAS DEL DIAMANTE, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque dicho segundo haz de iones carbono-hidrogenados de un único tipo es un haz de iones CH_3^+ .

4.- PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES A LAS DEL DIAMANTE, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque dicho segundo haz de iones carbono-hidrogenados de un único tipo es un haz de iones CH_4^+ .

5.- PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES



A LAS DEL DIAMANTE, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque -----
en la etapa g) de hacer incidir dicho segundo haz de iones
homogeneizado en dicho separador de masas sobre la parte superficial
del sustrato hasta recubrirla por dicha película de propiedades
similares a las del diamante, dicho sustrato es girado
permanentemente para obtener un recubrimiento total de la superficie
del mismo.

6.- PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES
A LAS DEL DIAMANTE, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque -----
en una etapa h), posterior a la etapa g), se disuelve el sustrato
sólido en un solvente, obteniendose una película autoportante de
propiedades similares a las del diamante.

7.- PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA PELICULA DE PROPIEDADES SIMILARES
A LAS DEL DIAMANTE, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque -----
en una etapa h), posterior a la etapa g), se funde el sustrato
sólido, obteniendose una película autoportante de propiedades
similares a las del diamante.

8.- CUERPOS SOLIDOS ASI RECUBIERTOS, obtenidos a partir de un
sustrato sólido por aplicación del procedimiento reivindicado en las
clausulas 1 a 5, caracterizado porque la espectroscopía Raman
aplicada a la película formada y analizada por métodos
computacionales presenta dos picos, uno de ellos aproximadamente en
1295 cm^{-1} .

9.- PELICULA AUTOPORTANTE DE CARBONO AMORFO, obtenida por el
procedimiento de las cláusulas 1 a 5, continuado con la etapa de las



cláusula 6 o 7, caracterizado porque la espectroscopia Raman aplicada a dicha película y analizada por métodos computacionales presenta dos picos, uno de ellos aproximadamente en 1295 cm^{-1} .

Pablo L. Dulfano

Pablo L. Dulfano (Ag. 806)
p/ los autores