

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 048**

51 Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| B23B 31/00 | (2006.01) |
| B23B 29/04 | (2006.01) |
| C23C 28/02 | (2006.01) |
| C23C 28/00 | (2006.01) |
| B23B 27/00 | (2006.01) |
| C23C 14/00 | (2006.01) |
| C23C 14/06 | (2006.01) |
| C23C 16/34 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2008 PCT/SE2008/051090**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2009 WO09045155**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2008 E 08836501 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2205383**

54 Título: **Un aparato para retirar un chip y un método para su fabricación**

30 Prioridad:

01.10.2007 SE 0702184
01.10.2007 US 976502 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2019

73 Titular/es:

MIRCONA AB (100.0%)
Box 955
801 33 Gävle, SE

72 Inventor/es:

MIHIC, RAGNHILD y
MIHIC, PETER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 715 048 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

Un aparato para retirar un chip y un método para su fabricación

- 5 La presente invención se refiere a un aparato para la retirada de un chip, como en el preámbulo de la reivindicación 1. Un ejemplo de dicho aparato se desvela en el documento WO 2005/107982 A.

Antecedentes

- 10 Los portaherramientas en las máquinas de fabricación tienen la tendencia a vibrar dando lugar a ruido cuando se utilizan. Dicha vibración altera el proceso de trabajo teniendo un efecto negativo sobre la precisión del resultado. Las vibraciones también dan lugar a un problema de ruido molesto y empeora el entorno alrededor de la máquina de fabricación.

- 15 Una máquina de fabricación perfecta no da lugar a ninguna vibración, y toda la energía pasa al procedimiento que se va a llevar a cabo. En la práctica, las vibraciones siempre aparecen cuando distintas partes de la máquina trabajan unas contra otras. Según la máquina se desgaste más y más, tienen lugar los cambios en sus propiedades dinámicas. Esto significa que pueden aparecer nuevos tipos de vibración durante diferentes periodos de la vida de la máquina. Las vibraciones pueden dar lugar a un acabado pobre de la superficie de la pieza que se trabaja y menor
20 precisión de la pieza que se trabaja, y a un desgaste adicional de la máquina y las herramientas, por ejemplo, las herramientas de corte, con consecuencias, en el peor de los casos, de un daño irreparable.

- Durante el procesamiento de materiales, por ejemplo, metal, plástico, madera o materiales compuestos, también
25 aparecen problemas que están causados por el alto nivel de ruido producido por las vibraciones del procesamiento y el ruido de la máquina. Es importante ser capaces de eliminar la mayor parte del ruido de vibración en el intervalo de frecuencia que sea incómodo para el oído humano. Es deseable que el nivel se reduzca a un nivel por debajo de 80 dB.

- Un problema adicional es la tasa de deposición relativamente lenta disponible en los métodos conocidos
30 previamente para la deposición del material de amortiguación de la vibración. Otro problema con los métodos conocidos previamente para la deposición del material de amortiguación de la vibración es que la deposición necesita que se lleve a cabo a una temperatura relativamente alta lo que puede ser perjudicial para las características del artículo o pieza de trabajo que se va a depositar. En consecuencia, dichos métodos de deposición pueden, por ejemplo, dañar la estructura interna y/o externa del artículo o pieza de trabajo que se va a depositar o
35 dañar el templado de dicho artículo o pieza de trabajo.

- Un problema con las inserciones de corte para su uso en un portaherramientas de inserción es su corto tiempo de vida debido a, por ejemplo, choques o vibración. Aplicando una capa de amortiguación de vibración entre la
40 inserción y el portaherramientas de inserción se pueden disminuir o eliminar los choques y de esta manera aumentar el tiempo de vida de las inserciones.

- Sería en consecuencia deseable tener amortiguada la vibración de los portaherramientas para de esta manera reducir el desgaste y/o vibración. Además, sería deseable tener amortiguada la vibración del portaherramientas para mantener alta la precisión y de esta manera se pueda evitar la fatiga del material. En consecuencia, sería deseable
45 tener una amortiguación de la vibración del portaherramientas que elimine o alivie los inconvenientes mencionados anteriormente.

- Se han hecho muchos intentos anteriormente para resolver estos problemas. En el documento US 2004/0028488 por ejemplo, se ilustra una superficie para la máquina de una herramienta de maquinaria tal como un taladro en el
50 que el taladro tiene una sección rica en cerámica y una sección rica en metal en su superficie. El taladro está compuesto de un gradiente de material compuesto en el que la relación de la composición de cerámica está aumentada, y la relación de composición de metal disminuida hacia el interior visto desde la superficie del taladro. Uno de los materiales cerámicos adecuados utilizados para el taladro es, por ejemplo, carbonitruro. El documento US 2004/0028488 sin embargo se refiere a un revestimiento de superficie duro con el objetivo de aumentar sea
55 resistencia al desgaste y la durabilidad de la herramienta para taladrar en metal. El objetivo de la presente invención es proporcionar una capa de amortiguación de la vibración entre un portaherramientas, que sujete, por ejemplo, una cuchilla para la retirada de un chip, y la máquina que sujeta el portaherramientas. El portaherramientas no está en contacto directo con ninguna pieza de metal de trabajo y la presente invención es completamente diferente de la técnica anterior.

- 60 **Sumario de la invención**

- La presente invención resuelve uno o más de los problemas anteriores proporcionando un aparato para la retirada de un chip como en la reivindicación 1. La presente invención proporciona también un método para la fabricación de
65 un aparato para aplicaciones de retirada de un chip como en la reivindicación 4.

Descripción detallada de la invención

Hay dos estrategias principales en el diseño de una amortiguación: la amortiguación pasiva y activa. Los métodos de amortiguación pasiva utilizan materiales de alta capacidad amortiguadora en el diseño de la máquina y/o la aplicación de capas de amortiguación entre las partes de la máquina. Estos métodos son simples y fiables. La amortiguación activa emplea sensores y activadores y se pueden utilizar para excitaciones de baja frecuencia. La presente invención se refiere a la estrategia pasiva.

La amortiguación de las vibraciones se puede conseguir aplicando un material de amortiguación a la máquina objeto. La capacidad de amortiguación de los materiales se refiere a la capacidad para convertir una energía de vibración mecánica en una energía térmica mediante la fricción interna entre dominios o fases limítrofes. Este mecanismo es característico de las aleaciones metálicas. Otro mecanismo de transformación de la energía de vibración en calor se realiza en los materiales viscoelásticos. Estos son plásticos o elastómeros poliméricos viscoelásticos. Estos materiales se conocen como viscoelásticos debido a que tienen propiedades de los materiales viscosos (que disipan la energía) y elásticos (que almacenan la energía).

Las aleaciones metálicas de alta amortiguación, aunque tienen mejores propiedades de amortiguación que los metales comunes no proporcionan el mismo nivel de amortiguación que los materiales viscoelásticos. Véase la Patente: US 5573344 y la solicitud de patente US 2005084355. Sin embargo, los materiales viscoelásticos son solamente eficaces en general, en un intervalo bajo de temperaturas y tienen pobres propiedades tribológicas.

La propiedad de amortiguación baja de las aleaciones con respecto a los elastómeros se produce en particular por las grandes dimensiones de los dominios del material de fijación lo que limita fuertemente la superficie de fricción de los límites entre los dominios. El tamaño de dominio característico es aproximadamente de 1-20 micrómetros. Véase Y. Liu, G. Yang, Y. Lu, L. Yang, Damping behaviour and tribological properties of as-spray-deposited high silicon alloy ZA27, Journal of materials processing technology, 87 (1999) 53-58 y K. K. Jee, W. Y. Jang, S. H. Baik, M. C. Shin, Damping mechanism and application of Fe-Mn based alloys, Materials science and Engineering A273-275 (1999) 538-542. Más en general, se habla acerca de que el tamaño del dominio típico de aleaciones metálicas es de cientos de micrómetros.

Los polímeros viscoelásticos tales como un polímero viscoelástico acrílico están fijados por moléculas de cadena larga. Más común desde el punto de vista comercial son estructuras lineales, ramificadas, y reticulares. El grosor característico de la capa de amortiguación viscoelástica que presenta una alta capacidad de amortiguación es aproximadamente de cientos de micrómetros (tanto como el tamaño del dominio en aleaciones). Véase la patente US 2005084355 y la descripción del producto de la 3M™ Damping Foil 2552, industrial adhesives and tape division, 3M centre, Building 21-1W-10, 900 Bush Avenue, St. Paul, USA.

Por tanto, se puede concluir que actualmente la tecnología de amortiguación de la vibración se basa en revestimientos que tienen buenas propiedades tribológicas pero malas propiedades de amortiguación o, por el contrario, malas propiedades tribológicas y buenas de amortiguación.

La presente invención puede de alguna manera resumirse como la creación de un nuevo tipo de revestimiento que combina buenas propiedades tribológicas y de amortiguación de la vibración. Además, los nuevos revestimientos de amortiguación de la vibración tienen una sorprendente capacidad de amortiguación ya a niveles de decenas de micrómetros de grosor y que se pueden utilizar en microtecnología. Para conseguir estas propiedades, la presente invención se refiere a materiales sub-nano y nano estructurados que fijan las capas de amortiguación (revestimientos) aplicados entre las partes de la máquina en contacto.

Se cree que esta estrategia es eficaz para la amortiguación debido a:

1. En los sistemas de estructura mecánica, existe rigidez de contacto y amortiguación de contacto en la interfaz de dos partes. Tiene un gran efecto sobre el comportamiento, especialmente el comportamiento dinámico del sistema completo. Las interfaces a menudo son los eslabones más débiles en el sistema estructural mecánico completo. Por lo tanto, la amortiguación y su importancia en las estructuras se ha vuelto cada vez más significativa para controlar los efectos no deseables de la vibración.
2. Los materiales fijados por dominios de tamaño sub-nano y nano tienen una superficie decenas más grandes entre los dominios en el mismo grosor de capa de amortiguación. Por lo tanto, la eficacia de la transformación de energía de vibración en calor por fricción entre las superficies de los dominios es varias decenas mayor en comparación con los materiales fijados por dominios de tamaño micro.

De acuerdo con una realización se proporciona un aparato en el que dicho material cerámico está presente como una capa en la superficie de dicho aparato en el que dicha capa tiene de 1 μm a 1 cm, preferentemente de 1 μm a 1000 μm , más preferentemente de 50 a 500 μm .

De acuerdo con una realización preferida se proporciona un aparato en el que el material de amortiguación aplicado es un material compuesto dispuesto en una estructura en dos capas que consiste en una capa viscoelástica y una

ES 2 715 048 T3

capa de nitruro de carbono, preferentemente dicho nitruro de carbono es una capa obligatoria. Dicha capa viscoelástica puede comprender la una 3M™ Damping Foil 2552 (véase la descripción de producto, Industrial adhesives and tape division, 3M centre, Building 21-1W-10, 900 Bush Avenue, St. Paul, USA).

- 5 De acuerdo con una realización preferida se proporciona un método en el que el material cerámico se precipita como una capa delgada en la superficie de dicho aparato en el que dicha capa tiene de 1 μm a 1 cm, preferentemente de 1 μm a 1000 μm , más preferentemente de 50 a 500 μm .

- 10 De acuerdo con una realización preferida se proporciona un método en el que la precipitación de la etapa b) se lleva a cabo utilizando una tecnología de depósito con magnetrón de pulverización por bombardeo iónico tales como DC, RF, pulsado, pulsado de alta frecuencia, revestimiento reactivo o tecnología arco tal como deposición de vapor orientada, no orientada o química (CVD) tal como RF, DC de baja presión, de alta presión, asistida por plasma, o deposición de vapor física (PVD) o tecnología de pulverizador de plasma o una combinación de dichas tecnologías; se utiliza preferentemente PVD y CVD.

- 15 De acuerdo con una realización preferida se proporciona un método en el que la precipitación de la etapa b) se lleva a cabo utilizando Ar, N, CH₄ o C₂H₂, o CO, o gas CO₂ o una combinación de los mismos.

- 20 De acuerdo con una realización preferida se proporciona un método en el que la precipitación de la etapa b) se lleva a cabo en un reactor, opcionalmente provisto con una diana en el cátodo del magnetrón en dicho reactor que comprende un cátodo y un ánodo separados por un campo magnético, y:

(a) provisto de manera que el cátodo proporcione un campo magnético tipo magnetrón en el reactor;

- 25 (b) la colocación de un aparato en una cámara;

(c) la introducción de uno o más carbonos que contiene gases de proceso y gas reactivo en la cámara;

- 30 (d) la energización del gas de proceso y el gas reactivo para formar un plasma para descomponer el gas de proceso en radicales y posteriormente depositar el material de carbono en el aparato, e ionizar el gas reactivo para aumentar la tasa de quimiosorción del nitrógeno al carbono; y

(e) extraer los gases después de la descomposición y quimiosorción de la cámara.

- 35 De acuerdo con una realización preferida se proporciona un método en el que el aparato rota a una velocidad de aproximadamente 0,25 rpm.

- 40 De acuerdo con una realización preferida se proporciona un método en el que los gases de proceso es acetileno y/o metano y/o óxido carbónico, y/o dióxido carbónico y el gas reactivo es nitrógeno, preferentemente la relación entre el gas de proceso y el gas reactivo es aproximadamente de 1/10-10/1, más preferentemente la relación entre acetileno y/o metano y nitrógeno es aproximadamente 50/50. El portaherramientas, de esta manera, no está en contacto directo con la máquina de fabricación, y tiene por lo tanto las condiciones necesarias para amortiguar las vibraciones, en una larga extensión.

- 45 Debido al poco grosor de las láminas de amortiguación dispuestas por materiales nanoestructurados se puede utilizar cualquier tecnología de precipitación de láminas convencional conocida. Ejemplos de estas son las que se exponen anteriormente, pero no se limitan a tecnología de deposición química por vapor (CVD), tecnología de deposición física por vapor (PVD), tecnología Arc, y tecnología de pulverizador de plasma. Se descubrió que, con el fin de disminuir la pieza de trabajo, es decir el portaherramientas, la temperatura para utilizar la tecnología CVD y PVD para amortiguar los materiales de fabricación y unirlos puede ser necesario aumentar la parte de plasma del gas y vapores sólidos en corrientes de flujo hacia las partes de las juntas. En el caso de la estrategia de plasma la temperatura de la pieza de trabajo puede estar en el intervalo por debajo de 500 grados Celsius.

- 50 El método de la realización preferida anterior puede tener la precipitación de la etapa b) que se lleva a cabo utilizando una descarga eléctrica de aproximadamente 100 A, durante aproximadamente 20 ms- 40 ms por pulso, una tensión de aproximadamente 500 V, una temperatura desde aproximadamente 20 °C a aproximadamente 200 °C, preferentemente de aproximadamente 130 a aproximadamente 170 °C, y a una frecuencia de aproximadamente 10 Hz.

- 60 La dimensión característica de los dominios o gránulos para los materiales que se utilizan actualmente para la amortiguación de la vibración está en el intervalo de decenas de micrómetros a cientos de micrómetros y el grosor correspondiente de las capas de amortiguación está en el intervalo de milímetros a decenas de milímetros. Otra ventaja de la presente invención se de manera que se descubrió que el grosor de las capas de los materiales nanoestructurados en los portaherramientas mencionados anteriormente revela una alta capacidad de amortiguación en el intervalo de decenas de micrómetros hasta cientos de micrómetros. En la práctica esto significa que la aplicación de estos materiales cerámicos mencionados anteriormente para la amortiguación de la vibración en las

juntas mecánicas ya se ha elaborado y utilizado o no necesitan el grosor de capa anterior.

Se utilizan descargas de potencia pulsada en campos cruzados eléctricos y magnéticos (llamados descargas E X B) en el método de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención y este tipo de descargas eléctricas se utilizan en un sistema que comprende un ánodo y un cátodo que se separan por un campo magnético. En particular, los electrodos de descarga se pueden disponer mediante un ánodo y un cátodo que tiene en la vecindad del cátodo el campo magnético tipo magnetrón. Las características que se distinguen de la tecnología de plasma son la extremadamente alta reactividad del plasma, una velocidad de deposición muy alta, una adhesión superior y la posibilidad de afectar los plasmas mediante campos eléctricos y magnéticos.

Se cree que el efecto de amortiguación es el resultado de las nanoestructuras formadas con material cerámico durante el método de acuerdo con la reivindicación 4. Los portaherramientas obtenidos por este método presentan una capacidad mejorada para amortiguar las oscilaciones mecánicas. Se cree que las propiedades de amortiguación mejoradas de estos materiales se consiguen mediante la transformación eficaz de la energía mecánica en calor por fricción entre los dominios a nanoescala, o materiales dispuestos en gránulos o en grandes moléculas. Los materiales cerámicos podrían por lo tanto utilizarse eficazmente para la amortiguación de la vibración en las piezas de trabajo, en particular en las juntas mecánicas.

La amortiguación se puede utilizar para evitar la fatiga prematura atenuando las amplitudes u oscilaciones y suprimiendo las resonancias no deseadas. Aplicando un material de amortiguación a la estructura objeto, la energía mecánica se puede disipar convirtiéndola en energía calórica.

En el sistema de estructura mecánica existen rigidez de contacto y amortiguación de contacto en la interfaz de dos partes. Tienen un gran efecto en el comportamiento, específicamente el comportamiento dinámico de todo el sistema estructural mecánico.

La vibración estructural es un problema de diseño principal y en la mayoría de los casos los diseñadores intentan minimizar las amplitudes de vibración con el fin de eliminar el peligro de un fallo por fatiga.

Cualquier máquina tiene tendencia a vibrar. Es una estrategia común depositar una capa entre las partes de las juntas para amortiguar la vibración. La capa de amortiguación más común consiste en un material viscoelástico o resina.

Las investigaciones con el nitruro de carbono comenzaron en 1922. Durante muchas décadas se hicieron esfuerzos en todo el mundo para investigar las propiedades del material. Se han hecho muchos esfuerzos para investigar las propiedades tribológicas. Hasta ahora la mayoría de las películas CN_x producidas contienen un 20-45 % atómico de nitrógeno. El nitruro de carbono demuestra una elasticidad (hasta del 85-90 %) y una dureza (40-60 GPa) muy altas. Las películas de nitruro de carbono se pueden sintetizar a temperaturas de 50-600 °C. Véase: D. Li, Y.-W. Chung, M.-S. Wong, y W.-D. Sproul, Tribology Transactions 37, 479 (1994), H. Sjoström et al., Thin Solid Films, 246 (1994) 103-109. Es bien conocido el hecho de que las películas de CN_x pueden ser amorfas, de matriz amorfa que contiene agrupamientos cristalinos, y películas tipo turboestáticas. Habitualmente la película de nitruro de carbono consiste en diferentes fases. La microestructura turboestática se puede describir como un conjunto aleatorio de unidades estructurales básicas (copos). Una unidad estructural básica se muestra esquemáticamente en la Fig. 4. Las estructuras básicas se ensamblan en agregados. La dimensión típica de los agregados y agrupamientos cristalinos incorporados en la matriz amorfa son de 0,5-10 nm. La distancia entre cristalitos en nanómetros es demasiado variable. Es obvio que dicha estructura ultrafina tiene que tener una superficie extremadamente grande entre las fases tales como las unidades estructurales, cristalitos, y matriz amorfa.

Otros materiales que tienen buenas propiedades tribológicas y estructuras de dimensiones nano son los cerámicos de nitruro de titanio (TiN) y óxido de aluminio (Al_2O_3). Las Figuras 5 y 6 lo demuestran. La Fig. 56 es una vista lateral de una película de TiN como si estuviera escindida mediante Microscopía Electrónica de Barrido. Como se puede ver la estructura de la película de TiN es columnar. Las capas de TiN se depositaron por tecnología PVD. El Al_2O_3 tiene una estructura granular (véase: O. Zywitzki, G. Hoetzs, Surface and coating technology 76-77 (1995) 754-762). La anchura característica de la columna es aproximadamente de 50-100 nm. La altura de las columnas es igual al grosor de la película. Es obvio que se pueden diseñar estructuras tipo sándwich. Por ejemplo, puede ser superredes de Ti-TiN. Las tecnologías modernas permiten las películas de precipitados que tienen un grosor de aproximadamente unos pocos nanómetros.

Como se puede ver la tecnología moderna permite la creación de superredes que tienen cientos de capas y en consecuencia una superficie extremadamente grande entre las capas y una interfaz ajustable entre ellas. El tiempo de deposición de superredes basadas en Ti es aproximadamente de unas pocas horas que es industrialmente aceptable.

La invención se describe adicionalmente en los siguientes ejemplos en conjunción con las figuras adjuntas, que no limitan el alcance de la invención de ninguna manera. Las realizaciones de la presente invención se describen con más detalle con la ayuda de ejemplos de realizaciones y figuras, cuyo único fin es ilustrar la invención y de ninguna

manera pretenden limitar su extensión.

Breve descripción de las figuras

- 5 La Fig. 1 muestra un análisis modal.
La Fig. 2 y 3 muestran resultados de los ensayos del ejemplo posterior.
- La Fig. 4 es una representación esquemática de los planos de CN_x basales.
La Fig. 5 es una micrografía de la nanoestructura columnar del TiN cerámico.
- La Fig. 6 es una representación esquemática de la nanoestructura granular del Al₂O₃ cerámico.
- 10 La Fig. 7 es una representación esquemática de como se ensaya la pieza de trabajo en cuanto a la amortiguación de la vibración.
La Fig. 8 es el declive de la amplitud de vibración después de la excitación pulsada. Barra no revestida.
La Fig. 9 es el declive de la amplitud de vibración después de la excitación pulsada. Barra revestida.
La Fig. 10 es el análisis de vibración modal.
- 15 La Fig. 11 es la influencia de la no uniformidad de grosor de la capa de amortiguación sobre el espectro de vibración y una representación esquemática de la vibración con excitación continua.
La Fig. 12 muestra una preparación adicional de la pieza de trabajo anterior cuando se mide la amortiguación de la vibración.
- La Fig. 13 es una fotografía de la superficie de la pieza de trabajo después de la fabricación con la barra no revestida.
- 20 La Fig. 14 es una fotografía de la superficie de la pieza de trabajo después de la fabricación con la barra revestida.
La Fig. 15 es la amplitud de sonido por la vibración de excitación continua de la barra no revestida y la amplitud de sonido por la vibración de excitación continua de la barra revestida.
- 25 La Fig. 16 muestra el aparato; que se utilizó para la fabricación de la pieza de trabajo anterior.
La Fig. 17 muestra una comparación entre los métodos de deposición.
- La Fig. 18 muestra un portaherramientas. En referencia a la Figura 18, un primer aspecto está constituido por un portaherramientas 1, que consiste en un mango 2 y una cabeza 3. Se pretende disponer una cuchilla en la cabeza 3. El mango 2 del portaherramientas está provisto con un material de amortiguación 4 de la vibración
- 30 alrededor de su superficie 5. Se coloca un tubo de hierro 6 no obligatorio alrededor del material 4 que pretende distribuir más uniformemente las fuerzas de montaje cuando el portaherramientas 1 se une a una máquina de fabricación.
- La Fig. 19 muestra un portaherramientas de acuerdo con el primer aspecto. En referencia a la Figura 19, una realización adicional está constituida por el portaherramientas 1. El portaherramientas 1 está dividido físicamente en dos partes, una cabeza 3 anterior donde se pretende acomodar una cuchilla y un mango 2 posterior que se pretende montar en la máquina de fabricación. El mango 2 y la cabeza 3 están separados entre ellos por un material 4 de amortiguación de la vibración. El material 4 de amortiguación de la vibración se puede disponer en cualquier localización del portaherramientas entre la unión de la cuchilla en el extremo frontal del portaherramientas y la región que se pretende montar en la máquina de fabricación. Es preferible que el material
- 35 4 de amortiguación de la vibración se disponga en el extremo frontal de la manera que se muestra en la Figura 19. El mango 2 del portaherramientas se proporciona con un material de amortiguación de la vibración en forma de un material cerámico que cubre la superficie sobre la superficie del portaherramientas como se muestra en la Figura 18 o entre el mango 2 y la cabeza 3 como se muestra en la Figura 19.
- La Fig. 20 muestra:
- 45 (a) un taladro en el que se proporciona el material de amortiguación de vibración en el mango,
(b) (c) I, II, III una fresa con diferentes diseños, y
(d) una fresa en uso.

50 **Ejemplos**

Ejemplo 1

55 El experimento se refiere a la aplicación de materiales nanoestructurados que se demostraban una amortiguación drástica de la vibración en herramientas de corte. Los resultados del estudio que afronta la fiabilidad inicial eran muy positivos y se dan posteriormente. La tecnología que se utilizó para la síntesis de estos materiales nanoestructurados y la precipitación fue el uso de descargas de potencia en campos eléctricos y magnéticos cruzados.

60 **Deposición y evaluación de revestimientos de amortiguación con CN_x**

1. El método y procedimientos (PPD)

65 La presión básica era de 10⁻⁶ Torr. Los gases de operación eran acetileno y nitrógeno. La presión operativa era 10⁻² - 10⁻³ Torr. La proporción de acetileno/nitrógeno era de 50/50.

El suministro eléctrico era un generador de corriente pulsada. La amplitud de la corriente era de 5-750 A. La longitud del pulso era de 5 ms-30 μ s. La frecuencia de los pulsos era de 50 Hz. La potencia media era de 1 kW. La potencia pulsada era de 2-300 kW. Se utilizaron descargas de transición de normal, anormal y brillo a arco.

5 El soporte físico era el soporte físico típico del magnetrón de pulverización por bombardeo iónico (tecnología PVD). El craqueo de gas acetileno es el gas típico para la tecnología CVD. La velocidad de deposición para PDV con una mezcla de argón + nitrógeno (PVD) era de 0,5 micrómetros por hora. La velocidad de deposición para CVD con la mezcla de acetileno + nitrógeno (CVD) era 15-20 micrómetros por hora y es 30-40 veces mayor que para la PVD. Esto significa que para el acetileno la tasa de deposición es de 15-20 micrómetros por hora por kilovatio. Esto
10 significa que el procedimiento CVD tiene la influencia principal en la velocidad de deposición. Más del 90 % del carbono depositado viene del acetileno y el resto del carbono depositado del cátodo de carbono que tiene un campo magnético tipo magnetrón. Entonces se puede decir que el presente método de acuerdo con el primer y cuarto aspecto es un procedimiento CVD proporcionado por el soporte físico de PVD o se utiliza la técnica PVD como celda de craqueo para proporcionar el procedimiento CVD. El ánodo era el vaso de vacío (cámara de procesamiento).

15 La deposición se hizo en dos etapas:

1. Deposición de la capa fundamental de 30 micrómetros de grosor
2. Deposición de la capa superior de 20 micrómetros de grosor

20 Entre las etapas la pieza de trabajo se enfrió y se ensayó en cuanto a amortiguación de la vibración.

2. Ensayo de barras de taladro PPD

25 1. Método

Se ensayaron las barras de taladro revestidas por tecnología PPD con ayuda de un análisis modal experimental (EMA). Los resultados se compararon con una barra no revestida.

30 Las mediciones se llevaron a cabo entre etapas:

1. medición de barra sin revestir
2. medición de una barra revestida por PPD con 30 micrómetros
3. medición de una barra revestida por PPD con 30 + 20 micrómetros

35 La sección transversal de las barras de taladro eran circulares. Por lo tanto, las barras se sujetaron en un soporte mecánico desarrollado por KTH, SPANO. La longitud de las barras eran 250 mm.

Las barras se habían sujetado en una longitud de 55 mm. La longitud del saliente eran 195 mm.

40 La actuación mecánica de las barras se comparó basándose en los siguientes parámetros:

- Rigidez dinámica
- Amortiguación
- 45 • Rigidez estática
- Formas modales

El análisis modal se llevó a cabo en 7 nodos por excitación percutora. Los parámetros se calcularon como la media de 5 valores.

50 3. Resultados

Para la barra no revestida convencional el EMA presentaba lo siguiente

Frecuencia propia: 552 Hz
55 Rigidez dinámica: 63,59 m/s²/N

Para la barra PPD de 30 micrómetros

Frecuencia propia: 513 Hz,

60 Rigidez dinámica: 53,46 m/s²/N

Para la barra PPD de 50 micrómetros:

Frecuencia propia: 465 Hz,
65 Rigidez dinámica: 29,65 m/s²/N

Estos resultados se presentan en la Figura 1.

Para las barras PPD es evidente que un segundo modo es evidente a una frecuencia cercana al primer modo.

Relación de amortiguación

Barra sin amortiguar: 1,19 %; PPD de 30 micrómetros: 1,66 %; PPD de 50 micrómetros: 2,75 % y 4,11 %. En la figura 2 y 3 se puede observar que la rigidez estática entre los dos resultados FRF no cambian significativamente.

5 Este resultado demuestra la ventaja de utilizar revestimientos duros en vez de materiales VE.

4. Conclusión

10 Las cerámicas CN_x (que se cree que son de tipo Fullerene) se pueden utilizar para revestimientos de amortiguación de la vibración elásticos duros. La velocidad de deposición puede ser como mucho de 50 micrómetros por hora que es un valor industrialmente aceptable para el diseño de la máquina de revestimiento por lotes. El grosor estimado de la capa de amortiguación eficaz es aproximadamente de 200 micrómetros lo que resulta en un periodo de deposición de 5 horas. No hay limitación en lo principal para el número de piezas de trabajo que se pueden cargar en la máquina de revestimiento por lotes. El único límite es el factor geométrico, a saber, las dimensiones de la máquina.

15 Por ejemplo, para 1000 piezas de trabajo cargadas en la máquina el periodo de procesamiento de uno de ellos puede ser de 0,3 min.

El principio de deposición pulsada alta de plasma actual da como resultado una buena adhesión de la película depositada en la pieza de trabajo de acero. La capa de 50 micrómetros de grosor no se delaminaba durante los ensayos de amortiguación de vibración.

20

Se ha descubierto por lo tanto que las capas de nitruro de carbono unidas a una herramienta de corte en parte de la herramienta unida en el portaherramientas amortiguaban significativamente la vibración de la herramienta y de esta manera mejoraba la precisión de procesamiento de la superficie de las piezas de trabajo. Otro efecto importante de la amortiguación de la vibración de las herramientas de corte mediante el maquinado de las piezas de trabajo es la posibilidad de aumentar las revoluciones de la pieza de trabajo sin vibración destructora. Esto da como resultado un aumento de la eficacia de producción.

25

Una propiedad importante adicional de las piezas de trabajo anteriores es su rigidez que permite la unión de partes mecánicas sin adición de una capa rígida que es necesaria en el caso de polímeros viscoelásticos que se utilizan comúnmente como material de amortiguación.

30

Otra propiedad importante de las piezas de trabajo anteriores es la resistencia a altas temperaturas hasta varios cientos de grados Celsius.

35

Ejemplo 2

Se descubrió que los materiales nanoestructurados tienen buenas propiedades de amortiguación. La ilustración de esta se hace adicionalmente en el ejemplo posterior sobre nitruro de carbono.

40

La Fig. 7 es una representación esquemática de la excitación de vibración de la vibración. Aquí 1 es la plataforma donde se fija la barra cilíndrica ensayada mediante el cable elástico 2 y el punto de fijación del cable-barra es 3. La barra se muestra como 4. 5 es la capa de amortiguación de la vibración. Para la deposición de la capa de amortiguación, se utilizó la deposición química por vapor. El nitrógeno y acetileno eran los gases de operación. El punto de choque de la excitación de vibración se muestra como 6. El detector de vibraciones se fijó en el punto 7. La barra estaba fabricada a partir de la herramienta de acero. Después de la fabricación la barra se atemperó. La longitud de la barra era de 220 mm y el diámetro de 31,4 mm. El material de amortiguación de la vibración era una capa de nitruro de carbono de 300 micrómetros de grosor, por lo tanto, el diámetro integral de la barra revestida era en total de 32 mm.

45

50

La amortiguación de la vibración se detectaba como un declive de la amplitud de la vibración en la barra después del choque de excitación. La amplitud de la vibración se muestra en función del tiempo que se midió por un detector de aceleración. Los resultados se muestran en la Fig. 8 y 9. Se descubrió que la constante de declive es de 0,1 ms en la barra sin revestir y de 0,02 ms en la barra revestida. El resultado se comparó con la capa de amortiguación fabricada con material viscoelástico. Se descubrió que el nitruro de carbono como material de amortiguación es tan eficaz como el polímero viscoelástico. En la Fig. 10 se muestran la resonancia de la barra revestida y sin revestir. La frecuencia de resonancia de la barra sin revestir era de 2985 Hz. La frecuencia de resonancia de la barra revestida era de 3110 Hz. La temperatura durante la precipitación de la capa de amortiguación estaba por debajo de los 100 °C. La temperatura baja de precipitación da como resultado el hecho de que la frecuencia natural fundamental antes y después de la precipitación es casi igual, por ejemplo, la barra no se templaba durante la precipitación. Se puede explicar la pequeña diferencia por la diferencia de diámetro entre la barra revestida y sin revestir. Este es un resultado importante que demuestra claramente que las capas de amortiguación de la vibración pueden precipitarse en las piezas (componentes /partes de trabajo de acero (herramientas de corte, engranajes, cojinetes) sin cambiar sus propiedades. Además, la temperatura baja puede permitir la aplicación de capa de nitruros de carbono como una capa restrictiva en la parte superior de las capas viscoelásticas.

55

60

65

Se descubrió que la eficacia de la amortiguación de la vibración depende no solo del material sino también de la uniformidad de grosor de la capa de amortiguación. Esto se demuestra en la Fig. 11 La barra estaba sujeta. La longitud de la sujeción era de 80 mm. En la longitud de la sujeción el grosor de la capa de amortiguación variaba un 30 % a lo largo del eje de la barra. Se utilizó el impulso de la fuerza de excitación. La no uniformidad de la capa daba como resultado la aparición de vibración de alta frecuencia que se solapa con la frecuencia natural fundamental.

En la Fig. 12 se muestra un esquema de la excitación de vibración continua. La barra 7 se sujetaba en la sujeción 11 de la máquina de giro. En el otro lado la inserción de corte 9 estaba atornillada a una barra. La pieza de trabajo de acero 8 estaba sujeta en un eje de una máquina de giro. El punto de maquinado de la pieza de trabajo es 10. Los parámetros del maquinado se escogieron de manera que la vibración intensiva saliera mediante la barra sin revestir. La vibración de la junta de la pieza de trabajo. Herramienta de corte se registró mediante un micrófono como la producción de sonido durante la fabricación de la pieza de trabajo. Se descubrió que la capa de amortiguación no se destruía por las características de sujeción duras para sujetar las herramientas de cote. Se descubrió que la barra revestida con una capa de nitruro de carbono de 300 micrómetros no excita la vibración para nada mediante los mismos parámetros de maquinado. Esto se demuestra en la Fig. 15 y 14. En la Figura 15 la amplitud del sonido se refleja. En las figuras 13 y 14, la Fig. 13 corresponde a la barra revestida y la Fig. 14 se corresponde con la barra no revestida. Este resultado demuestra claramente que aplicando capas de nitruro de carbono en las herramientas de corte se puede aumentar la suavidad y precisión de la superficie de la pieza de trabajo por la misma velocidad de maquinado o aumento de la capacidad de producción aumentando la velocidad del maquinado debido a que no está limitada por una vibración perjudicial. Otro importante resultado la amortiguación de la vibración y el ruido correspondiente es el aumento significativo de las condiciones de trabajo del personal. Otro resultado importante de la amortiguación de la vibración es el aumento del tiempo de vida de las inserciones de corte. Se sabe bien del hecho de que las características de tiempo de vida de inserciones que procesan metales duros son aproximadamente de 15 min. En particular debido a la vibración de las inserciones que es similar a choques periódicos de alta frecuencia. Aplicando la capa de amortiguación de la vibración entre la inserción y la sujeción de la inserción (junta fija) se puede disminuir o eliminar los choques y de esta manera aumentar el tiempo de vida de la inserción.

La configuración utilizada para la fabricación de la pieza de trabajo anterior, es decir el portaherramientas, se construyó con los siguientes componentes (véase también la Figura 15, donde se indican los números)

- 1 – vaso de vacío (cámara de procesamiento)
- 2 – Cátodo del magnetrón de pulverización por bombardeo iónico (80 mm plano, circular) con diana de carbono
- 3 – Barra
- 4 – sujeción de la barra
- 5 – electromotor
- 6 – sello de vacío
- 7 – alimentación eléctrica
- 8 – dirección de la rotación de la barra

La presión básica era de 10^{-6} Torr. Los gases de operación eran acetileno y nitrógeno.

La presión de operación era de 10^{-2} – 10^{-3} Torr. La proporción de acetileno/nitrógeno era 50/50.

El suministro de energía era mediante un generador de corriente pulsada. La amplitud de corriente era de 5-750 A. la longitud era de 5 ms-30 μ s. La frecuencia de los pulsos era de 50 Hz. La potencia media era de 1 kW. La potencia pulsada era de 2-300 kW. La tensión era de 10 kV y 1 kV de media. La pieza de trabajo que se sometió a deposición se rotaba a una velocidad aproximada de 0,25 rps. Se utilizaron descargas de transición de normal, anormal y brillo a arco.

El soporte físico era el soporte físico típico del magnetrón de pulverización por bombardeo iónico (tecnología PVD). El craqueo de gas acetileno es el gas típico para la tecnología CVD. La velocidad de deposición para PVD con la mezcla de argón + nitrógeno era de 0,5 micrómetros por hora. La velocidad de deposición para CVD con la mezcla de acetileno + nitrógeno (CVD) era de 15-20 micrómetros por hora y es 30-40 veces mayor que para la PVD. Esto significa que la velocidad de deposición es de 15-20 micrómetros por hora por kilovatio. Esto significa que el procedimiento CVD tiene la influencia principal en la velocidad de deposición. Más del 90 % del carbono depositado viene del acetileno y el resto del carbono depositado viene del cátodo de carbono que tiene un campo magnético tipo magnetrón. Se puede decir por lo tanto que se utiliza el procedimiento CVD proporcionado (realizado) por el soporte físico de PDV o la técnica PDV como célula de craqueo para proporcionar el procedimiento CVD. El ánodo era el vaso de vacío (cámara de procesamiento).

También se hizo una comparación cuando se utilizaban diferentes métodos de deposición y el resultado se refleja en la Fig. 17. Se demostró que el método híbrido de deposición con plasma pulsado tenía una velocidad de deposición casi industrial. Se demuestra por la Fig. 17 que las partículas 1-7 correspondientes con los métodos convencionales y 8 es PPD (véase el listado posterior). El círculo más pequeño es el grosor y temperatura de la lámina ya alcanzados. Como se puede ver es el resultado superado. La porción oval por encima de dicho círculo se

corresponde con una máquina de revestimiento industrial.

- 1 Pulverización por plasma
- 2 Deposición electrolítica y química
- 5 3 Fosfatado
- 4 Nitrado (capa blanca)
- 5 Borado
- 6 CVD
- 7 PVD, PACVD
- 10 8 Tecnología de nuevos híbridos PVD+PACVD, es decir, un aspecto de la presente invención

PVD = Deposición física por vapor

PACVD Deposición química por vapor asistida por plasma

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para retirada de un chip (1) que comprende un material de amortiguación de la vibración (4), en donde el aparato es un portaherramientas (1) que comprende
- 5
- un mango (2) previsto para fijarlo en una máquina de fabricación, o en un portaherramientas de una máquina de fabricación;
 - una cabeza (3) sobre la que está previsto fijar una cuchilla, y
 - un material de amortiguación de la vibración (4), fijado de manera que la cuchilla está en contacto con la
- 10
- máquina de fabricación solamente mediante el material de amortiguación de la vibración (4), y en donde al menos las partes de la superficie (5) del mango (2) que están destinadas a estar en contacto con la máquina de fabricación o un portaherramientas de una máquina de fabricación que sujeta dicho portaherramientas se proporcionan con el material de amortiguación de la vibración, estando dicho aparato **caracterizado por que** el material de amortiguación de la vibración es un material cerámico que comprende nitruro de carbono CN_x dispuesto mediante una forma de agrupamiento nano-dimensional, en donde dicho agrupamiento nano-dimensional tiene un tamaño de desde 0,5 a 100 nm.
- 15
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dicho material cerámico está presente como una capa en la superficie de dicho aparato, en donde dicha capa es de 1 µm a 1000 µm, preferentemente de 50 a 500 µm.
- 20
3. Un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que el material de amortiguación (4) aplicado es un material compuesto dispuesto como una estructura de dos capas que consiste en una capa viscoelástica y una capa de nitruro de carbono, y, preferentemente dicha capa de nitruro de carbono es una capa limitante.
- 25
4. Un método para la fabricación de un aparato para la retirada de un chip de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende las siguientes etapas
- a) proporcionar un aparato para las aplicaciones de retirada de chips; y
 - b) precipitar sobre dicho aparato un material cerámico que comprende nitruro de carbono CN_x dispuesto en
- 30
- forma de agrupamiento nano-dimensional, en donde dicho agrupamiento nano-dimensional tiene un tamaño de desde 0,5 a 100 nm dando de esta manera un efecto de amortiguación de la vibración en dicho aparato.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho material cerámico se precipita como una lámina delgada en la superficie de dicho aparato en donde dicha capa es preferentemente de 1 µm a 1000 µm, más preferentemente de 50 a 500 µm.
- 35
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la precipitación de la etapa b) se lleva a cabo utilizando una tecnología de magnetrón de pulverización por bombardeo iónico tal como revestimiento DC, RF, pulsado, pulsado de alta potencia, reactivo, o tecnología de arco tal como tecnología de arco orientada o no orientada o tecnología de deposición química en vapor (CVD) tal como RF, DC de baja presión, de alta presión, asistida por plasma, o tecnología de deposición física en vapor (PVD) o tecnología de pulverizador de plasma o una combinación de dichas tecnologías; se utilizan preferentemente PVD y CVD.
- 40
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la precipitación de la etapa b) se lleva a cabo utilizando AR, N, CH₄ o C₂H₂, o CO, o CO₂ gaseoso o una combinación de los mismos
- 45
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la precipitación de la etapa b) se lleva a cabo en un reactor, opcionalmente provisto con una diana en el cátodo del magnetrón en dicho reactor que comprende un cátodo y un ánodo separados por un campo magnético, y
- 50
- (a) proporcionando de manera que el cátodo proporciona un campo magnético tipo magnetrón en el reactor;
 - (b) colocando un aparato en una cámara
 - (c) introduciendo en la cámara uno o más gases de proceso que contienen carbono y gas reactivo;
 - (d) energizando el gas de proceso y el gas reactivo para formar un plasma que descomponga el gas de proceso en radicales y para depositar además material de carbono adicional en el aparato e ionizar el gas reactivo para
- 55
- augmentar la tasa de quimiosorción de nitrógeno al carbono; y
- (e) expulsando los gases después de la descomposición y la quimiosorción de la cámara.
9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que el aparato rota a una velocidad de aproximadamente 0,25 rpm.
- 60
10. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, en el que los gases de proceso son acetileno y/o metano y/u óxido de carbono, y/o dióxido de carbono y el gas reactivo es nitrógeno, y, preferentemente, la relación entre el gas de proceso y el gas reactivo es aproximadamente 1/10-10/1, y más preferentemente la relación entre acetileno y/o metano y nitrógeno es aproximadamente de 50/50.
- 65

11. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, en el que la presión en el reactor es desde 10^{-4} torr a 1000 torr, preferentemente de 10^{-3} torr a 10 torr.

Fig 1.

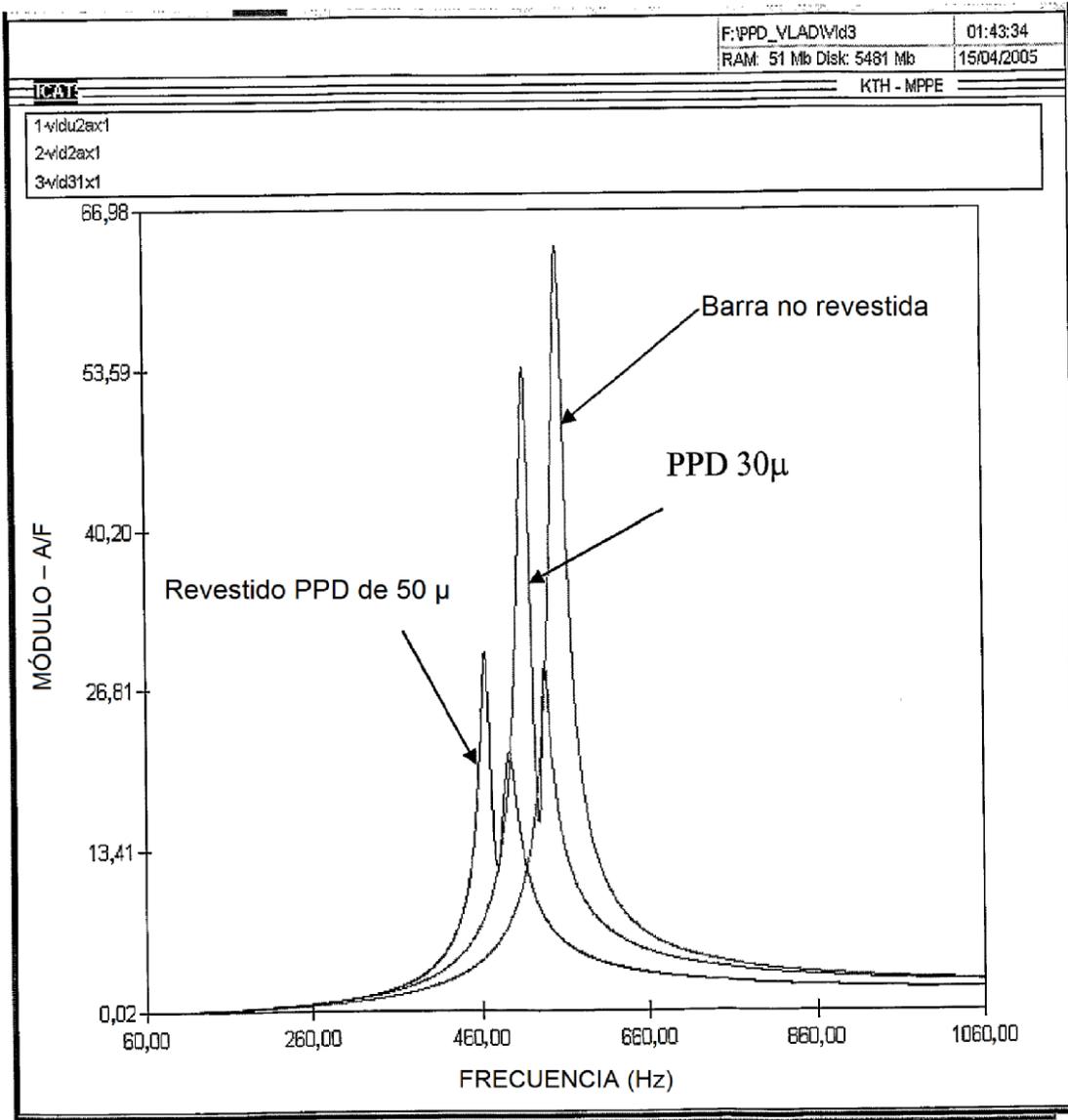


Figura 1 Análisis Modal

Fig 2.

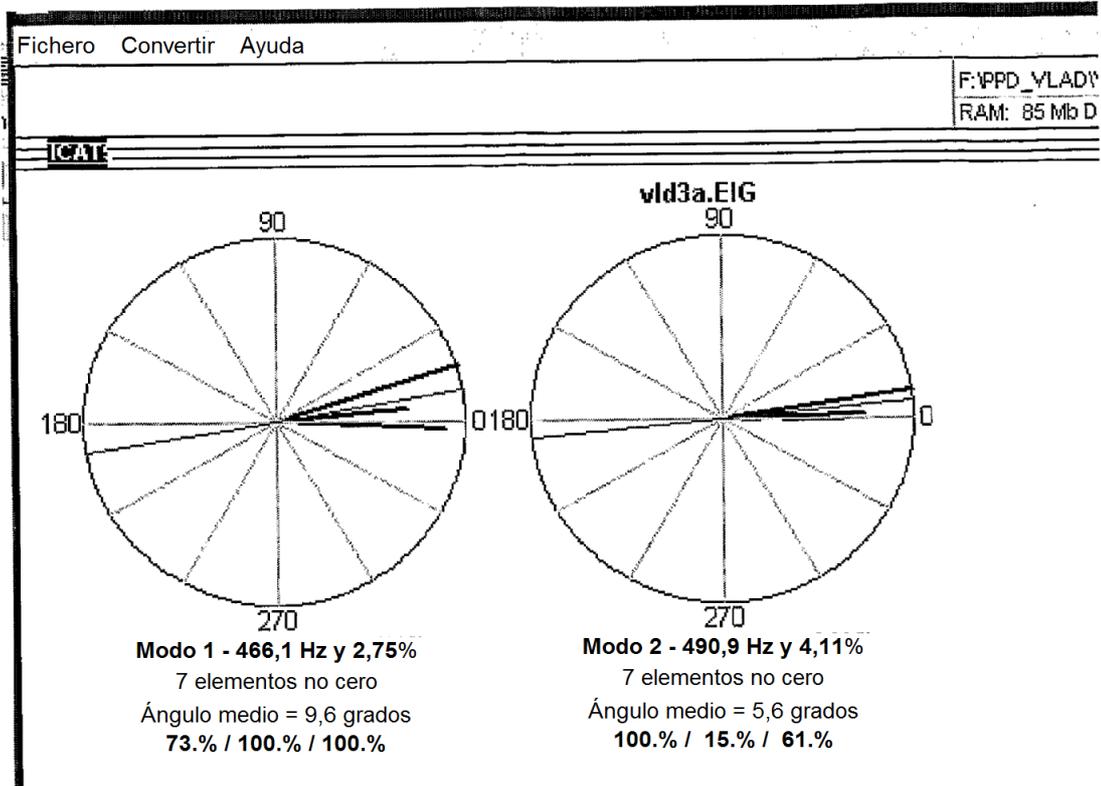


Fig 3.

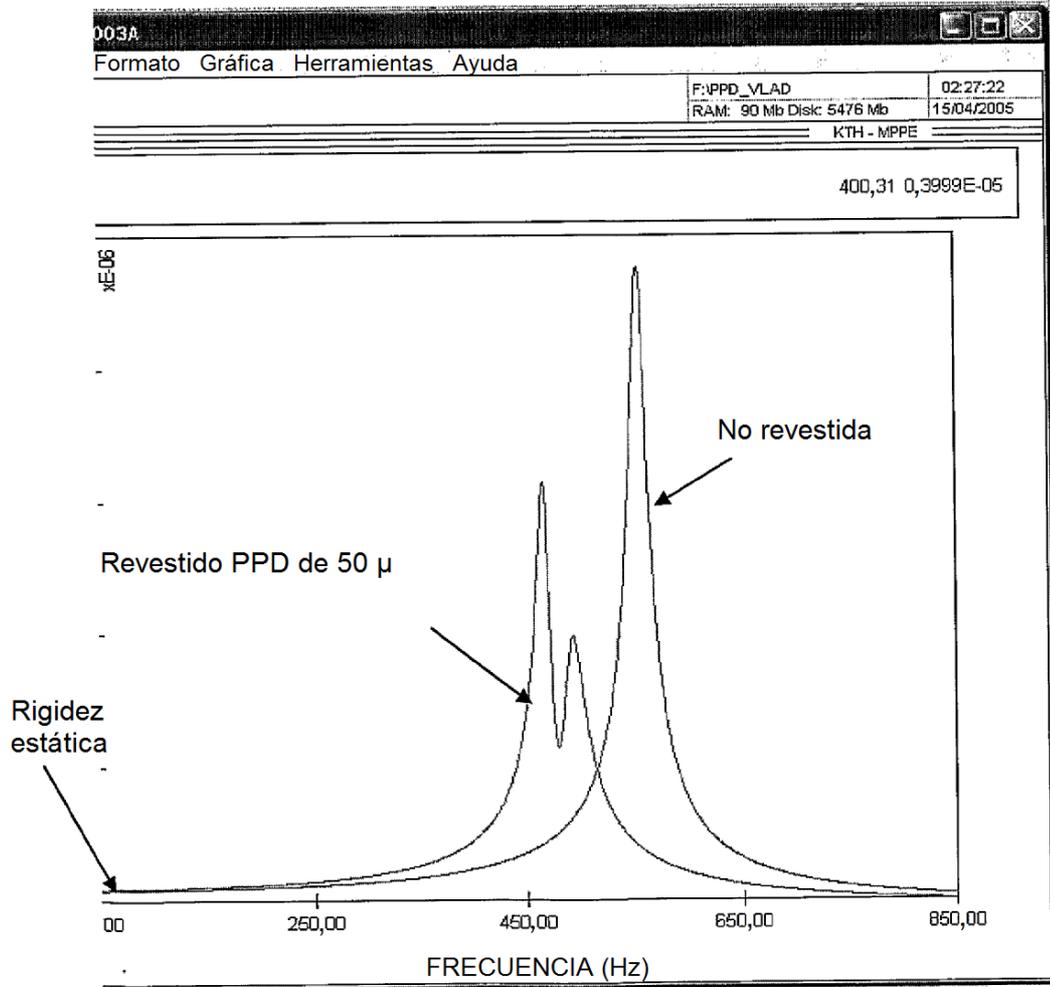


Figura 3

Fig 4.

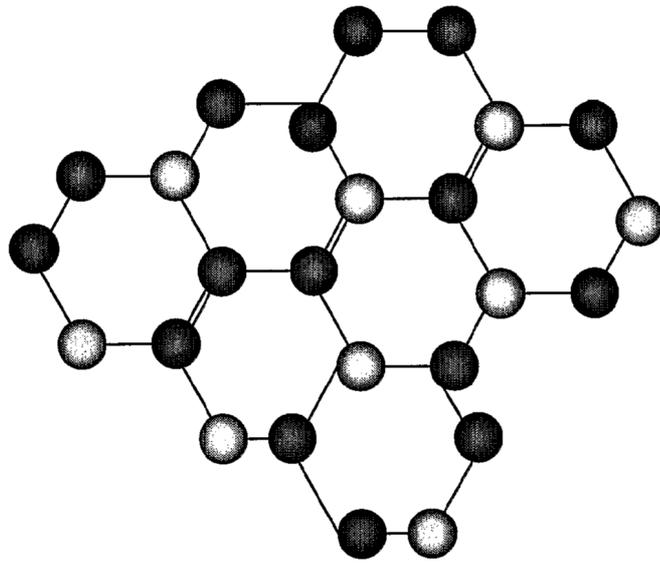


Fig 5.

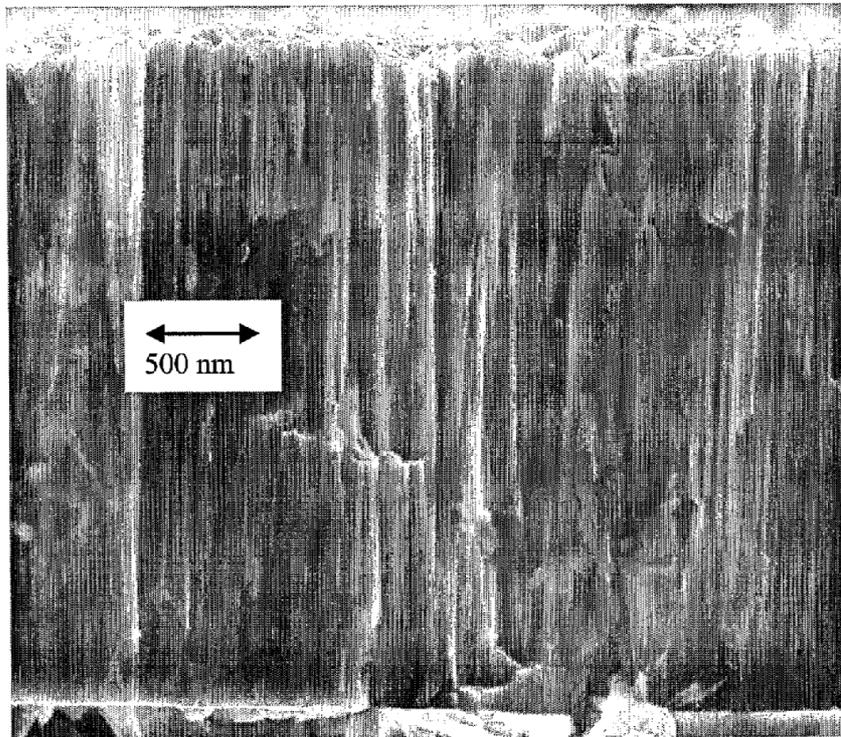


Fig 6.

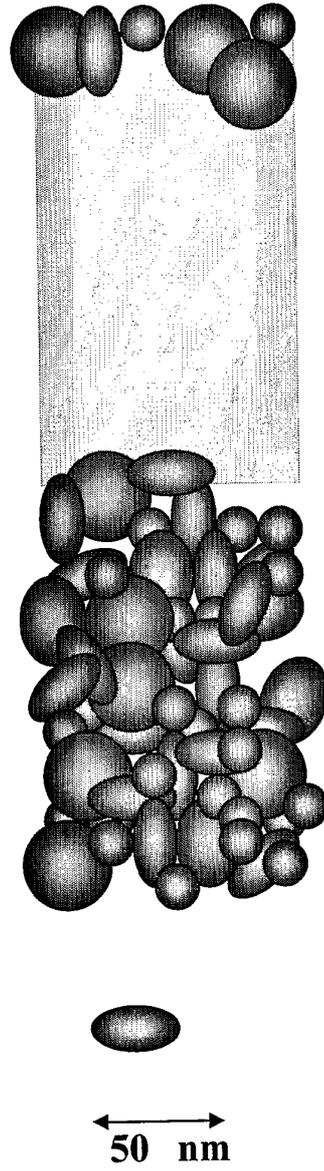


Fig 7.

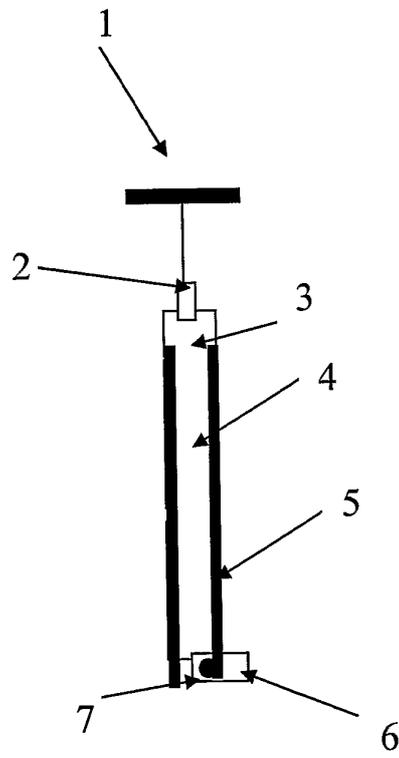


Fig 8.

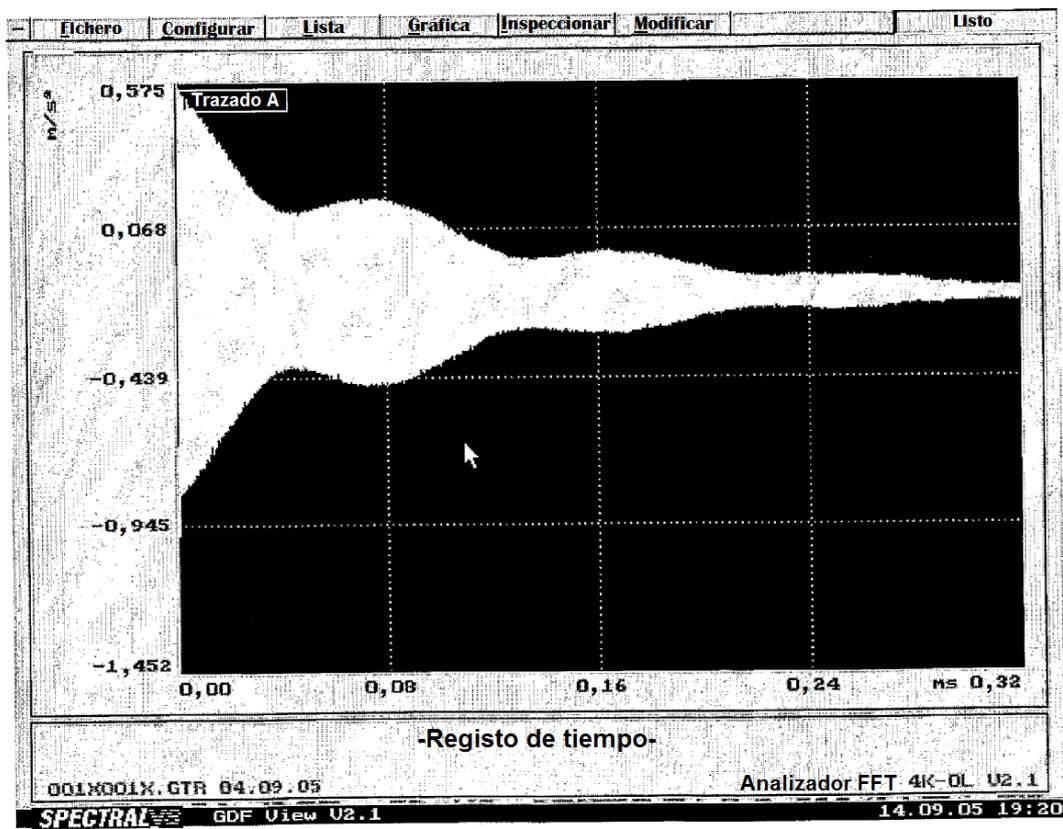


Fig 9.

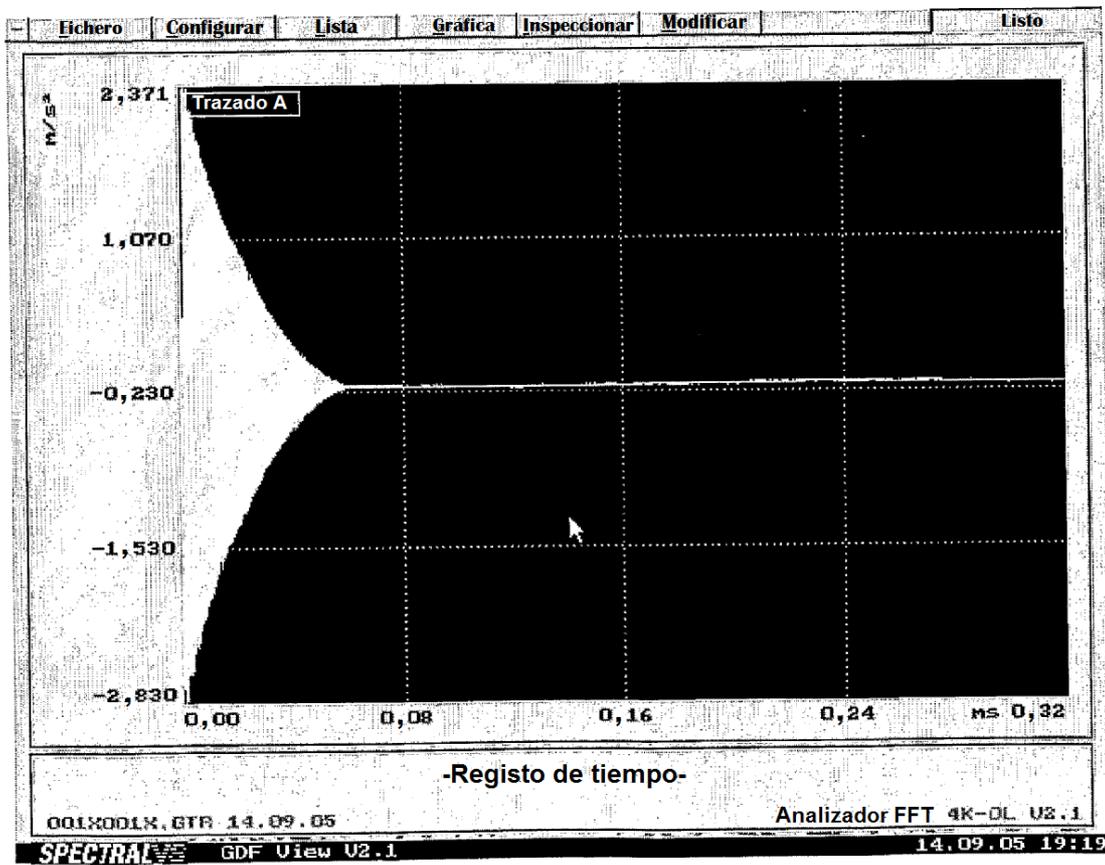


Fig 10.

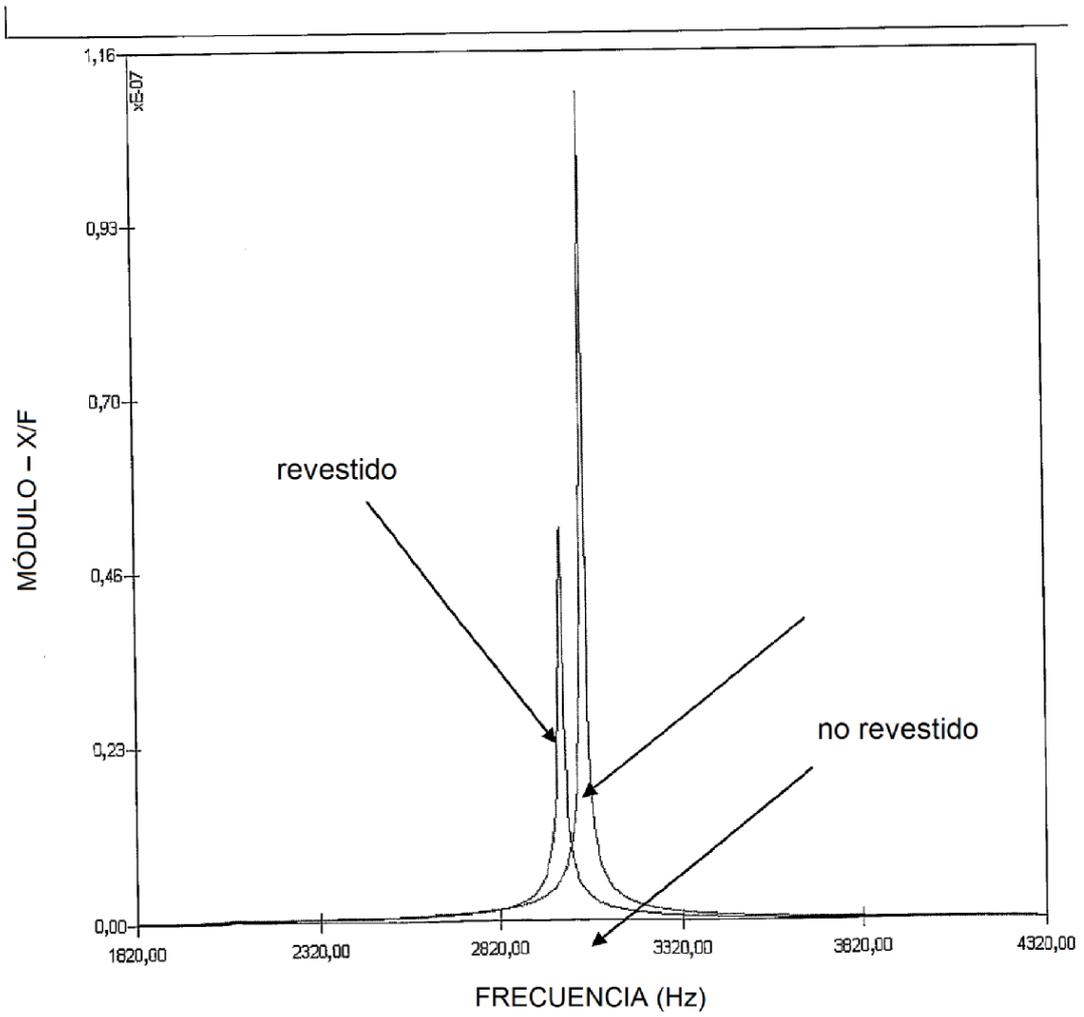


Fig 11.

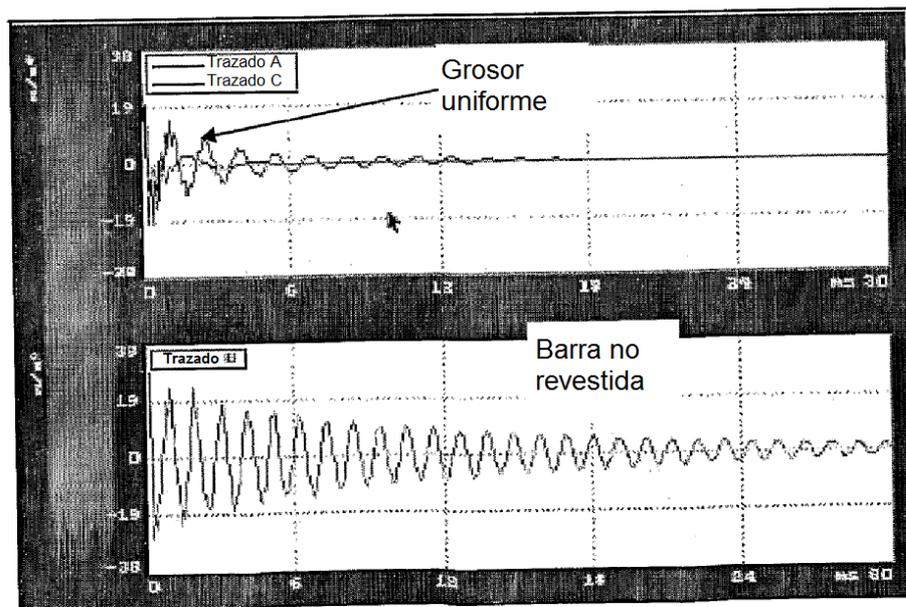
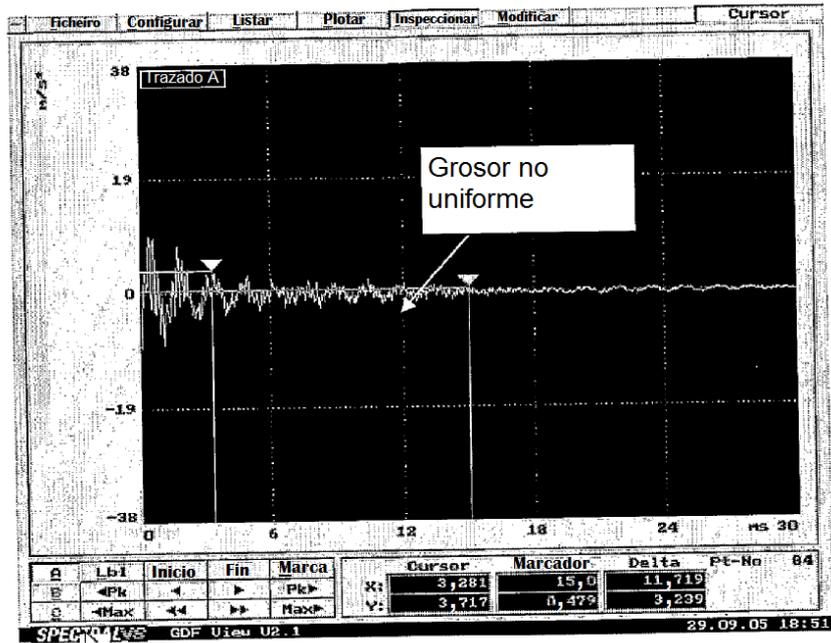


Fig 12.

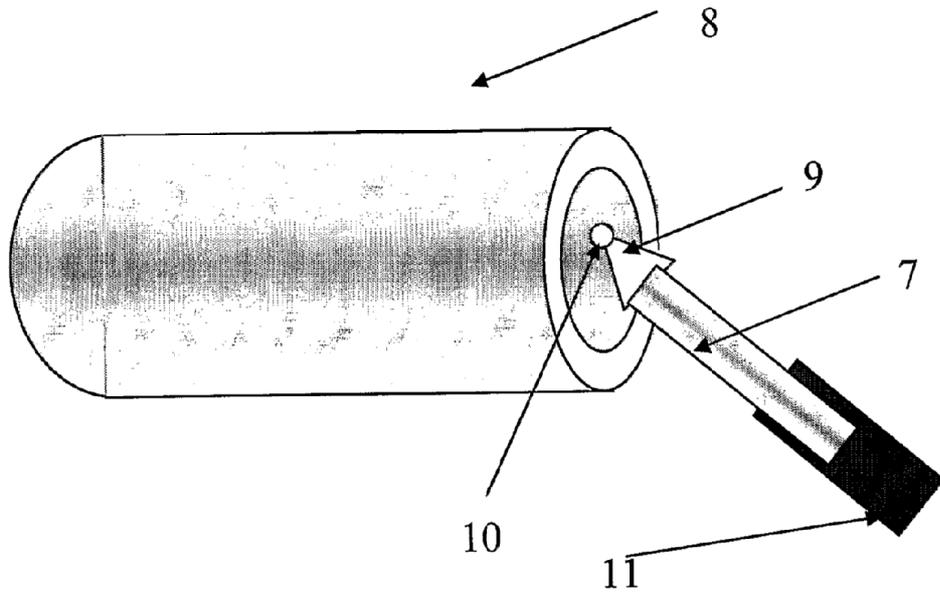


Fig 13.

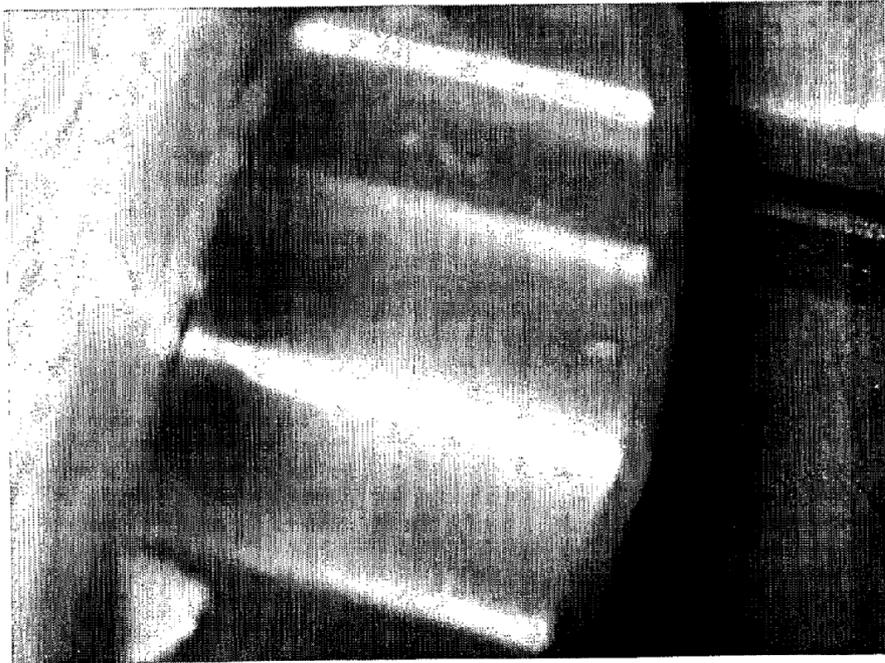


Fig 14.

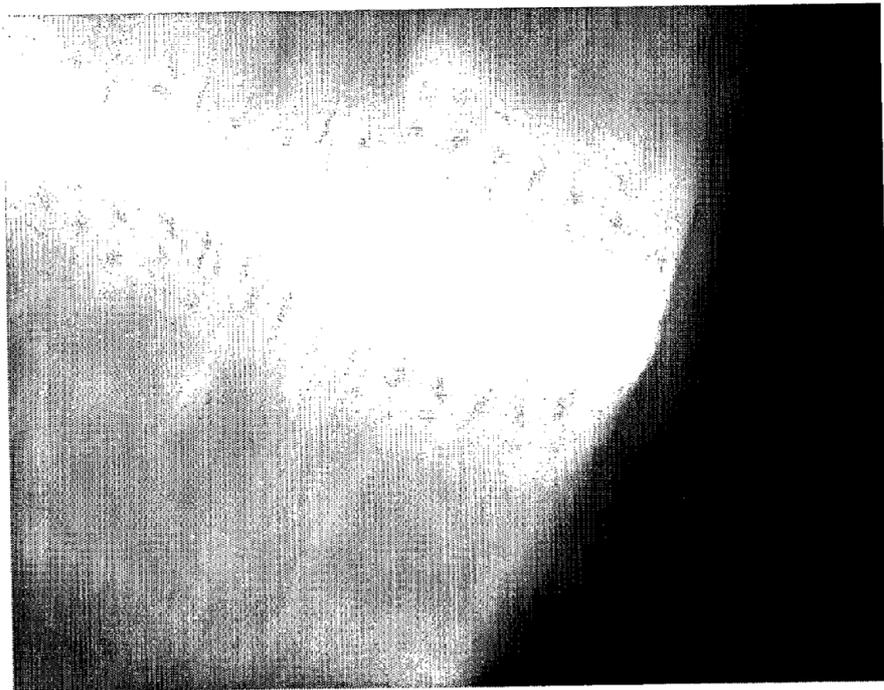
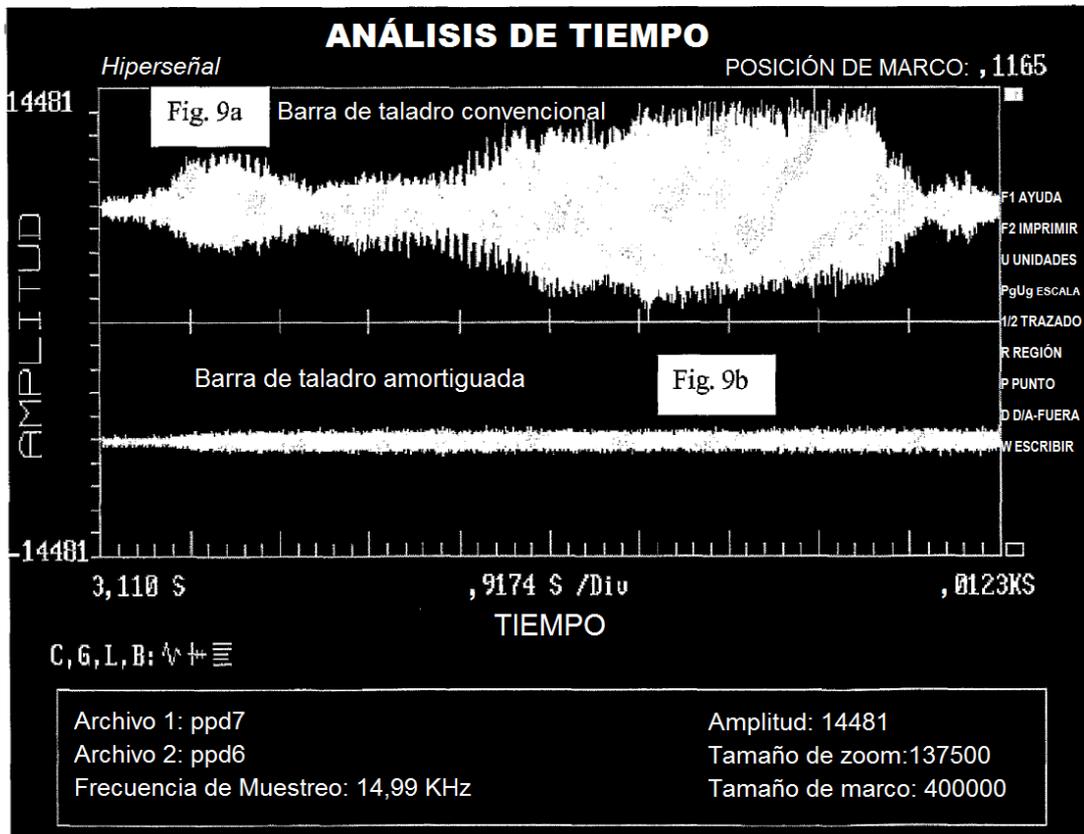
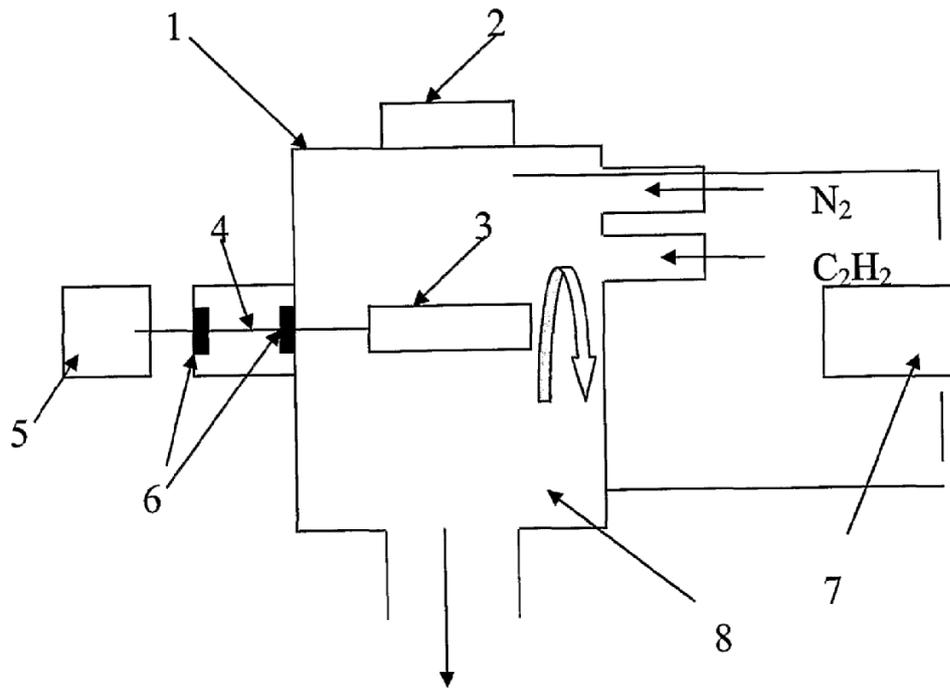


Fig 15.



Registro de sonido del maquinado con barra de taladro convencional y barra de taladro amortiguada

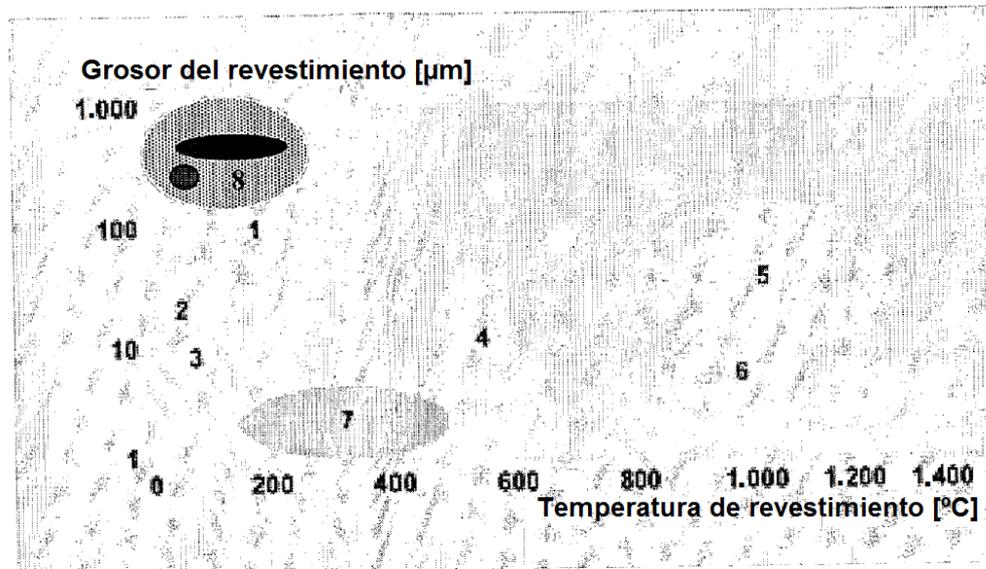
Fig 16.



A la bomba

El esquema del experimento

Fig 17.



1 =Pulverización de plasma

2 =Deposición eletrolítica y química

3 =Fosfatado

4 =Nitrado (capa blanca)

5 =Borado

6 =CVD

7 =PVD, PACVD

8 =Nueva tecnología de híbridos PVC+PACVD, es decir, un aspecto de la presente invención

PVD = Deposición física por vapor

PACVD = Deposición química por vapor asistida por plasma

Fig 18.

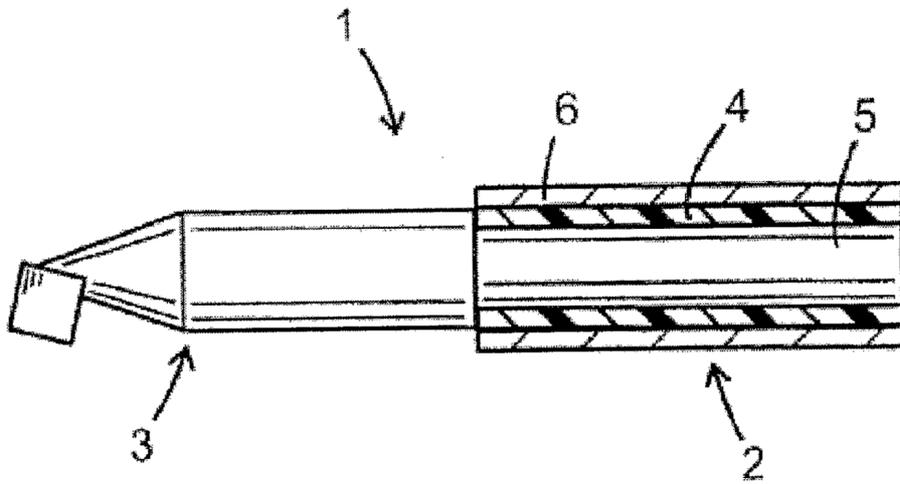


Fig 19.

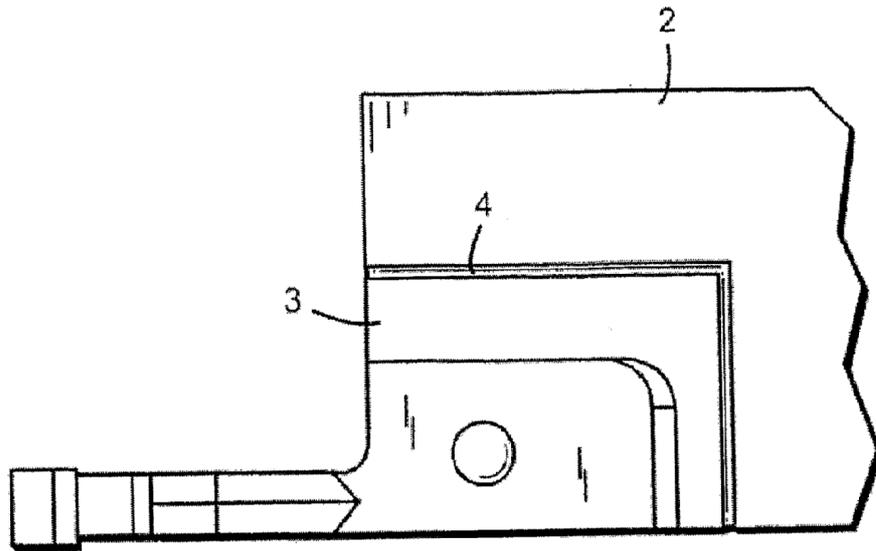


Fig 20

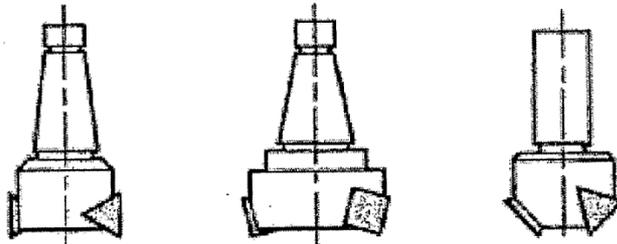
a)



b)



c) I, II y III



d)

