

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 071**

51 Int. Cl.:

B82B 3/00 (2006.01)

H01L 51/00 (2006.01)

C01B 32/172 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2007 PCT/FI2007/000059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2007 WO07101906**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2007 E 07712601 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 1991497**

54 Título: **Procedimiento para el depósito de estructuras moleculares con una relación entre dimensiones elevada**

30 Prioridad:

08.03.2006 FI 20060227

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

08.03.2018

73 Titular/es:

**CANATU OY (100.0%)
Konalankuja 5
00390 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**KAUPPINEN, ESKO;
NASIBULIN, ALBERT;
BROWN, DAVID y
GONZALEZ, DAVID**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 658 071 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

Procedimiento para el depósito de estructuras moleculares con una relación entre dimensiones elevada

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para desplazar estructuras moleculares con una relación entre dimensiones elevada (HARMS) y a la utilización del procedimiento.

TÉCNICA ANTERIOR

- 10 Las estructuras moleculares con una relación entre dimensiones elevada (HARMS) son bloques de construcción prometedores para dispositivos de nanoescala en adelante debido a su pequeño tamaño y su morfología única, casi unidimensional. Entre los ejemplos de estructuras HARMS se incluyen nanotubos (NT), por ejemplo, nanotubos de carbono (CNT), nanotubos de carbono funcionalizados con fullereno (FFCNT), NT de nitruro de boro (BNNT), nanovarillas que incluyen nanovarillas que contienen carbono, fósforo, boro, nitrógeno y silicio, filamentos y otras
15 estructuras tubulares, varillas o cintas o cualquier otra estructura molecular con una relación entre dimensiones elevada.

- Ya se han descrito arquitecturas basadas en HARMS, tales como transistores con efecto de campo, pantallas de emisión de campo, dispositivos de memoria, cables cuánticos y circuitos de puertas lógicas. Para un mayor progreso y una aplicación más amplia, sin embargo, el desarrollo de procedimientos controlables y económicos para la síntesis, separación, recogida, depósito, configuración e incorporación en dispositivos de estructuras HARM es extremadamente deseable. En particular, muchas aplicaciones de estructuras HARM requieren que las estructuras HARM mayoritariamente individuales (es decir, no empaquetadas) estén en dispersiones gaseosas, líquidas o sólidas o como un depósito sobre una superficie en forma de una capa, película, depósito con una configuración o
20 estructura tridimensional.

- Sin embargo, un problema es que debido a fuerzas intermoleculares potentes (tales como las de van der Waals y de Coulomb), muchos tipos de estructuras HARM forman espontáneamente haces durante su síntesis, transporte y/o almacenamiento. Por ejemplo, la producción de CNT mediante la descarga en arco de carbono, la ablación por láser y/o procesos con CO a alta presión, está asociada con un alto grado de empaquetamiento de tubos. Dichos procedimientos se describen por ejemplo en el documento WO 2005/085130 A2. Dicho documento explica un procedimiento mediante el cual se forma un aerosol que contiene nanotubos de carbono y los nanotubos de carbono son recogidos mediante un precipitador electrostático. Los procedimientos para producir selectivamente estructuras HARM aisladas en dispersiones, capas, películas o estructuras son conocidos en la técnica.
25

- Sin embargo, un problema con los procedimientos de la técnica anterior es que la separación de estructuras HARM aisladas normalmente requiere etapas separadas de síntesis, purificación, funcionalización y/o deposición que necesitan la utilización de tensoactivos, polímeros, péptidos u otros compuestos para exfoliar los haces y extraer los elementos individuales. Dichos procesos pueden alterar significativamente las propiedades originales de las estructuras HARM y son caros, laboriosos e ineficaces.
30

- Se han utilizado procedimientos, tales como la deposición química de vapor (CVD) soportada, para la síntesis directa de estructuras HARM aisladas sobre superficies. Sin embargo, el requisito de utilizar temperaturas de crecimiento elevadas y/o una reactividad de superficie específica limita inevitablemente la utilización de materiales de sustrato sensibles a la temperatura o reactivos (por ejemplo, polímeros) e inhibe la integración simple de las estructuras HARM, por ejemplo, en dispositivos electrónicos a nanoescala, películas conductoras o materiales compuestos estructurales.
35

- El objetivo de la presente invención es eliminar los inconvenientes mencionados anteriormente. Un objetivo de la presente invención es mejorar la eficacia de la utilización de materiales de síntesis y el rendimiento del producto, reducir o eliminar la degradación de las estructuras HARM durante el procesamiento y permitir la deposición con una configuración a baja temperatura sobre una amplia variedad de sustratos, lo cual sería muy beneficioso para la industria y el comercio.
40

55 CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

El procedimiento y su utilización se caracterizan mediante lo que se ha expuesto en las reivindicaciones.

- La presente invención se basa en el trabajo de investigación realizado en el que se descubrió sorprendentemente que las estructuras HARM tienen propiedades útiles particulares.
60

- El término estructura HARM (estructura molecular con una relación entre dimensiones elevada) pretende incluir, pero sin limitarse a ellos, un nanotubo, un nanotubo de carbono, un nanotubo de carbono funcionalizado con un fullereno, un nanotubo de nitruro de boro, una nanovarilla que incluye una nanovarilla que contiene carbono, fósforo, boro, nitrógeno y/o silicio, un filamento y/o cualquier otro tubo, estructura tubular, varilla y/o cinta y/o cualquier otra estructura molecular con una relación entre dimensiones elevada, por ejemplo, en forma individual o
65

empaquetada. En otras palabras, por una o varias estructuras HARM se puede entender una o varias estructuras HARM diferentes y/o similares. Por una o varias estructuras HARM se puede entender una o varias estructuras HARM similares, por ejemplo, nanotubos de carbono, por ejemplo, en forma empaquetada y/o en forma individual.

5 Una propiedad particular de las estructuras HARM es la carga espontánea de los haces de estructuras HARM y la neutralidad eléctrica de las estructuras HARM individuales. Durante el procedimiento de síntesis, y en ausencia de cualquier carga adicional, por ejemplo, los CNT empaquetados transportan mayoritariamente una carga eléctrica neta, mientras que los CNT individuales están mayoritariamente no cargados. Un comportamiento similar se produce en todas las estructuras HARM, ya que son sustancialmente estructuras unidimensionales y tienen una fracción elevada de átomos en la superficie disponibles para el contacto directo con las estructuras HARM vecinas, lo cual da lugar a la carga. Este fenómeno de carga se puede utilizar para desplazar (por ejemplo acelerar), separar y/o depositar una o varias estructuras HARM, por ejemplo, estructuras HARM individuales y/o empaquetadas. También se pueden utilizar otras propiedades diferentes de las estructuras HARM, por ejemplo, para separar estructuras HARM empaquetadas e individuales unas de otras. Por ejemplo, se puede utilizar la mayor masa de las estructuras HARM empaquetadas con respecto a las individuales para separarlas a través de su diferente proporción de fuerzas inerciales con respecto a las fuerzas de arrastre. Esta proporción se determina mediante el número de Stokes (St) definido como $St = (\rho d U)/(18 \mu l)$, en el que ρ es la densidad efectiva de la estructura HARM individual o empaquetada, d es el diámetro efectivo de la estructura HARM individual o empaquetada, U es la velocidad del fluido portador, μ es la viscosidad del fluido portador y L es la dimensión característica del canal o chorro. Las estructuras HARM empaquetadas muestran números de Stokes más elevados que las individuales.

La presente invención se refiere a un procedimiento para depositar estructuras moleculares con una relación entre dimensiones elevada (HARMS), en cuyo procedimiento se aplica una fuerza sobre una o varias estructuras HARM, cuya fuerza desplaza una o varias estructuras HARM basándose en una o varias características y/o adecuaciones físicas hacia una o varias ubicaciones predeterminadas para depositar una o varias estructuras HARM en una configuración por medio de una fuerza aplicada.

En otras palabras, la fuerza desplaza dichas una o varias estructuras HARM en una o varias direcciones predeterminadas. La fuerza puede, por ejemplo, desplazar estructuras empaquetadas, pero no las individuales. Además, la fuerza puede desplazar selectivamente estructuras específicas cargadas previamente.

Por un aerosol se puede entender que una o varias estructuras HARM están en una fase gaseosa. Por un aerosol se puede entender una dispersión de una o varias estructuras HARM en un medio de soporte gaseoso. Por una configuración se entiende cualquier forma deseada en la que se pueden depositar las estructuras HARM. Una configuración puede tener, por ejemplo, forma de un símbolo, una zona, una carta, un texto, una flecha, una línea recta, un círculo, un rectángulo y/o cualquier otra imagen gráfica y/o figura. Una configuración puede tener la forma de cualquier estructura deseada y/o cualquier forma dimensional. La configuración puede tener la forma de una estructura en capas. La configuración puede tener, por ejemplo, forma de una capa y/o película. La configuración puede tener la forma de un sello y/o máscara con la configuración deseada. La configuración puede tener la forma de una rejilla y/o disposición de elementos conectados y/o sin conectar. La configuración puede tener la forma de una estructura tridimensional de múltiples capas con una configuración. En un ejemplo, la fuerza se aplica sobre una o varias estructuras HARM empaquetadas. En un ejemplo, la fuerza se aplica sobre una o varias estructuras HARM individuales. En la presente invención, la fuerza se aplica sobre una o varias estructuras HARM empaquetadas e individuales, en las que la fuerza desplaza la estructura HARM empaquetada y/o individual basándose en una o varias características y/o adecuaciones físicas. De esta manera, se pueden desplazar una o varias estructuras HARM empaquetadas y/o individuales a una o varias ubicaciones predeterminadas, en las que tiene lugar la deposición.

La característica y/o adecuación física puede ser, por ejemplo, la carga y/o la masa de la estructura HARM y/o cualquier otra característica, por ejemplo la adecuación, basándose en que actúa una estructura HARM específica y, de este modo, es movida por la fuerza. Por una característica y/o adecuación física se entiende cualquier característica y/o adecuación natural de la estructura HARM y/o cualquier característica, por ejemplo, la adecuación, que se ha proporcionado a la estructura HARM. Por ejemplo, la estructura HARM puede ser cargada mediante cualquier medio adecuado antes y/o durante la realización del procedimiento según un ejemplo. Por ejemplo, además de la carga natural de las estructuras empaquetadas y de la carga neutra natural de las estructuras individuales y/o como alternativa a las mismas, se pueden cargar una o varias estructuras HARM deseadas utilizando cualquier modo adecuado antes de realizar el procedimiento. De esta manera, por ejemplo, también se pueden cargar estructuras HARM individuales no cargadas de forma natural, por ejemplo, para permitir su deposición. Asimismo, tanto las estructuras HARM empaquetadas como las individuales se pueden cargar a efectos de proporcionarles la característica física deseada, de tal manera que ambas reaccionan a la fuerza aplicada. De manera preferente, dicha característica y/o adecuación física, en base a la cual la fuerza desplaza una o varias estructuras HARM, es una carga, ya sea una carga producida de manera natural o una carga proporcionada.

El procedimiento puede llevarse a cabo como una etapa después de la síntesis y/o la producción de estructuras HARM. En otras palabras, según la presente invención, las estructuras HARM se pueden producir antes de realizar el procedimiento y/o se pueden producir como un proceso continuo con el procedimiento, según la presente

invención. El procedimiento, según la presente invención, también se puede realizar en la etapa de producción de las estructuras HARM. Sin embargo, en el procedimiento se utilizan estructuras HARM ya sintetizadas. En otras palabras, se depositan estructuras HARM ya sintetizadas o producidas.

5 Se puede aplicar una fuerza sobre una dispersión, por ejemplo, una mezcla, que comprende una o varias estructuras HARM empaquetadas o individuales, en la que la fuerza desplaza la estructura HARM empaquetada y/o individual basándose en una o varias características físicas y/o adecuaciones para separar sustancialmente una de otra las estructuras HARM empaquetadas e individuales. De manera preferente, la fuerza desplaza sustancialmente la estructura HARM empaquetada o la individual.

10 Las estructuras HARM se pueden formular como una dispersión en un gas, una dispersión en un líquido, una dispersión en un polvo y/o una dispersión en un sólido. Dicha dispersión, por ejemplo una mezcla, se puede suspender en una fase gaseosa, tal como un aerosol, se puede suspender en un líquido, tal como un aquasol, se puede suspender en un medio granular y/o un medio en polvo, un vidrio y/o un sólido y/o existir en el vacío.

15 Las estructuras HARM, por ejemplo como una dispersión, pueden introducirse, por ejemplo, en un campo de fuerza eléctrica, en el que las estructuras HARM empaquetadas cargadas de forma natural se desplazan o se aceleran en el campo eléctrico, mientras que las estructuras HARM individuales no se ven sustancialmente afectadas. En otras palabras, dicha fuerza desplaza selectivamente las estructuras HARM empaquetadas y/o individuales una con respecto a la otra, de manera que, de esta manera, las estructuras HARM empaquetadas e individuales se separan y/o se aíslan.

20 Una o varias estructuras HARM se pueden depositar en una dispersión gaseosa, líquida y/o sólida y/o una matriz y/o sobre una superficie como una capa, una configuración y/o una estructura.

25 Por ejemplo, se puede depositar la estructura HARM empaquetada o individual. Por ejemplo, se puede depositar la estructura HARM empaquetada y/o individual separadas. Por ejemplo, se pueden depositar estructuras HARM empaquetadas y/o individuales. Por ejemplo, se puede depositar una dispersión de estructuras HARM empaquetadas e individuales.

30 Por ejemplo, se pueden depositar estructuras HARM empaquetadas, previamente separadas, sobre una superficie, si se desea. Por ejemplo, de esta forma, es posible extraer dichas estructuras HARM de la dispersión y recogerlas para una utilización posterior. Dichas estructuras HARM, si se desea, también se puede hacer que permanezcan como una dispersión y, de esta manera, generan dos dispersiones que comprenden estructuras HARM empaquetadas e individuales, respectivamente.

35 Se pueden utilizar diferentes tipos de fuerzas en el procedimiento. La fuerza que desplaza y, por ejemplo, deposita posteriormente dichas una o varias estructuras HARM, puede ser una fuerza eléctrica, electrostática, magnética, inercial, acústica, viscosa, fotoforética, termoforética y/o gravitacional. Se pueden combinar diferentes tipos de fuerzas. Las fuerzas se pueden combinar para incluir, por ejemplo, impacto inercial, sedimentación gravitacional y enfoque acústico.

40 La estructura HARM es una estructura cargada de forma natural o no cargada. En una realización de la presente invención, la estructura HARM está cargada positivamente, negativamente o es neutra (con carga cero). A la estructura HARM se le puede proporcionar una carga utilizando cualquier procedimiento adecuado.

45 La fuerza que desplaza dichas una o varias estructuras HARM puede comprender una fuerza eléctrica que desplaza la estructura HARM empaquetada cargada de forma natural. La fuerza también puede comprender una fuerza inercial que actúa sobre la estructura HARM empaquetada y, de este modo, de manera preferente, la desplaza.

50 En un ejemplo, la fuerza eléctrica que desplaza dichas una o varias estructuras HARM es proporcionada mediante una fuerza electrostática, es decir, un campo eléctrico. La fuerza electrostática se puede proporcionar, por ejemplo, mediante el contacto de un material conductor con un sustrato no conductor o semiconductor a efectos de cargar la superficie del sustrato, mediante lo cual una o varias estructuras HARM similares y/o diferentes que tienen una carga eléctrica determinada se desplazan hacia la zona de la superficie que tiene la carga opuesta. El material conductor puede tener forma de un sello o máscara con una configuración. Este sello o máscara con una configuración pueden ser transferidos a la superficie del material no conductor o semiconductor mediante carga por contacto. La estructura HARM deseada sólo se desplaza hacia la configuración cargada, donde se deposita formando, de este modo, una deposición de estructuras HARM con una cierta configuración.

55 En la presente invención, la fuerza para desplazar, por ejemplo, acelerando y/o depositando además es una fuerza termoforética. Una fuerza termoforética se puede proporcionar, por ejemplo, mediante una placa o superficie calentada en la proximidad de una placa o superficie enfriada paralela, a efecto que dichas una o varias estructuras HARM deseadas se muevan en la dirección de la placa o superficie enfriada. Además, la placa enfriada puede ser calentada en zonas predeterminadas de manera que forman una configuración de zonas frías y calientes alternadas y, de este modo, provocan que dichas una o varias estructuras HARM deseadas se desplacen a las zonas frías

formando, de este modo, una deposición con una configuración de estructuras HARM. También es posible colocar un sustrato entre dicha placa o superficie enfriada y la dispersión/mezcla de estructuras HARM a efectos de provocar que dichas una o varias estructuras HARM deseadas se desplacen a las zonas frías formando, de este modo, la deposición con una configuración sobre el sustrato.

5 En una realización de la presente invención, se pueden añadir uno o varios reactivos, agentes, materiales de recubrimiento, materiales de funcionalización, tensoactivos y/o agentes dopantes a dichas una o varias estructuras HARM, por ejemplo, a una dispersión de estructuras HARM empaquetadas e individuales, a estructuras HARM empaquetadas o a estructuras HARM individuales. De esta manera, es posible, por ejemplo, modificar la estructura HARM antes de la deposición y/o, por ejemplo, formar un material compuesto o funcionalizado o modificar de otro modo dichas una o varias estructuras HARM antes de la deposición.

15 Las estructuras HARM individuales y/o empaquetadas dispersadas separadas se pueden depositar mediante el procedimiento, según la presente invención, sobre una superficie, película y/o dispersión sólida, líquida y/o gaseosa y/o material matricial y/o en el interior de los mismos. Las estructuras HARM también pueden ser orientadas, recubiertas, funcionalizadas y/o modificadas de otro modo antes y/o después de que, por ejemplo, sean depositadas y/o recogidas. Las estructuras HARM empaquetadas y/o individuales pueden ser depositadas en una configuración y/o estructuras en ubicaciones definidas.

20 Además, se pueden utilizar varios medios para aumentar la eficacia de la deposición de las estructuras HARM, incluyendo, pero sin limitarse a ellos, electroforesis, magnetoforesis, termoforesis, impacto inercial, sedimentación gravitacional, fotoforesis, enfoque acústico y/o algún otro medio similar.

25 Las estructuras HARM, por ejemplo, materiales compuestos de estructura HARM, se pueden formular como una dispersión en un gas, líquido, sólido, polvo, pasta y/o suspensión coloidal y/o pueden ser depositados sobre una superficie.

30 Otros ejemplos se refieren a la utilización del procedimiento en un proceso continuo o discontinuo para la producción, separación, modificación, deposición y/o procesamiento posterior de una o varias estructuras HARM.

35 Otros ejemplos se refieren a la utilización del procedimiento, según la presente invención, en la preparación de un material funcional.

Otros ejemplos se refieren a la utilización del procedimiento, según la presente invención, en la preparación de una película gruesa o delgada, una línea, un alambre, una configuración, una estructura en capas y/o tridimensional.

40 Otros ejemplos se refieren a la utilización del procedimiento, según la presente invención, en la preparación de un dispositivo. El dispositivo puede ser, por ejemplo, un electrodo de un condensador, una pila de combustible o batería, una puerta lógica, un actuador electromecánico, un inversor, una sonda o sensor, una fuente de luz o diodo, una fuente de energía termoiónica, un transistor de efecto campo, un disipador o propagador de calor, un material compuesto de matriz metálica o un material compuesto de matriz polimérica en un circuito impreso, un transistor, un portador para moléculas de fármacos o un emisor de electrones en una pantalla de emisión de campo. El dispositivo puede ser, además, cualquier otro dispositivo en el que se pueda utilizar la preparación del procedimiento, según la presente invención.

45 Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que puede llevarse a cabo como un proceso continuo y/o discontinuo. Además, el procedimiento permite la separación "in situ" de estructuras HARM individuales y de haces de estructuras HARM en presencia o ausencia de un medio de soporte.

50 Otra ventaja del procedimiento es que no requiere la utilización de temperaturas elevadas del sustrato o de reactividad de la superficie y no requiere que las estructuras HARM sean sintetizadas en la misma posición en la que se depositan. De esta forma, el procedimiento permite una amplia gama de sustratos no disponibles anteriormente y/o procedimientos de síntesis para ser utilizados en la fabricación del material, componente o dispositivo. La ventaja es que la separación puede ir seguida por la dispersión, la deposición homogénea y/o con una configuración de dichas estructuras HARM sobre una amplia variedad de sustratos sin ninguna limitación de temperatura y/o de reactividad. Por ejemplo, dado que la recogida se puede llevar a cabo a temperatura ambiente, esto permite la deposición de CNT individuales o empaquetados, por ejemplo, en una amplia variedad de sustratos, incluyendo los sustratos que no pueden soportar temperaturas de procesamiento elevadas. El procedimiento permite, además, que se sinteticen estructuras HARM en un lugar diferente al que se separan, depositan, recogen y/o se les aplica una configuración, permitiendo, de este modo, la utilización de una amplia gama de sustratos, configuraciones y/o procedimientos de síntesis.

65 Una ventaja adicional es que las estructuras HARM se pueden depositar directamente sobre una superficie, como una película o capa, o en una estructura tridimensional o en una dispersión gaseosa, líquida o sólida. Las estructuras HARM también se pueden depositar directamente en una deposición con una configuración y/o en capas

sobre una superficie o en una estructura tridimensional de múltiples capas con una configuración que puede ser incorporada en dispositivos basados en HARM.

Además, los procesos de separación y/o de deposición se pueden combinar directamente, por ejemplo, con los procesos de síntesis de estructuras HARM. De este modo, el procedimiento, según la presente invención, se puede combinar en un proceso continuo para la producción de dispersiones, películas, configuraciones y estructuras en capas a base de estructuras HARM. En otras palabras, el procedimiento, según la presente invención, puede ser parte de un proceso integral, que puede comprender varias etapas diferentes, incluyendo, pero sin limitarse a ellas, la síntesis de estructuras HARM, la separación de diferentes tipos de estructuras HARM, su deposición y reutilización de reactivos no utilizados, por ejemplo, en la síntesis de estructuras HARM.

LISTA DE FIGURAS

En la siguiente sección, se describirá en detalle la presente invención mediante ejemplos de realización con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que

La figura 1 muestra una realización del procedimiento de la presente invención para desplazar estructuras HARM y, de este modo, separar las estructuras HARM empaquetadas de las estructuras HARM individuales.

La figura 2a muestra una realización del procedimiento de la presente invención para la separación continua y la deposición selectiva de estructuras HARM empaquetadas.

La figura 2b muestra una realización del procedimiento de la presente invención para la separación discontinua y la deposición selectiva de estructuras HARM empaquetadas.

Las figuras 3a, 3b y 3c muestran otras realizaciones del procedimiento de la presente invención para la separación y deposición selectiva de las estructuras HARM empaquetadas de las estructuras HARM individuales.

La figura 4 muestra una realización del procedimiento de la presente invención para la deposición de estructuras HARM individuales.

La figura 5 muestra una realización del procedimiento de la presente invención para la deposición con una configuración de estructuras HARM empaquetadas e individuales mezcladas, únicamente de estructuras HARM empaquetadas y/o únicamente de estructuras HARM individuales.

La figura 6 muestra una realización del procedimiento de la presente invención para la deposición de estructuras HARM empaquetadas e individuales mezcladas, únicamente de estructuras HARM empaquetadas y/o únicamente de estructuras HARM individuales mediante termoforesis.

Las figuras 7a y 7b muestran realizaciones de la presente invención para la deposición con una configuración de estructuras HARM empaquetadas e individuales mezcladas, únicamente de estructuras HARM empaquetadas y/o únicamente de estructuras HARM individuales mediante termoforesis.

La figura 8 muestra un procedimiento continuo para la síntesis y el procesamiento posterior de estructuras HARM.

La figura 9a muestra la distribución del tamaño por movilidad (medida utilizando DMA sin cargador bipolar ^{241}Am) de la fracción cargada positiva y negativamente de CNT empaquetados en la fase de gas; (b) Imagen TEM (microscopio electrónico de transmisión) de los CNT empaquetados sin tratamiento.

La figura 10 muestra a) la comparación entre las distribuciones del tamaño por movilidad de todos los CNT y los CNT neutros y partículas de catalizador a diferentes concentraciones de CO y b) la fracción cargada de partículas ($\text{N}^{+/}$) y la concentración del número de partículas representada gráficamente frente a la concentración de CO.

La figura 11 muestra a) la comparación entre las distribuciones del tamaño por movilidad de todos los CNT y los CNT neutros y partículas de catalizador a diferentes energías de calentamiento de un alambre caliente y b) la fracción cargada de partículas de aerosol ($\text{N}^{+/}$) y la concentración del número de partículas representada gráficamente frente a la potencia de calentamiento de un alambre caliente.

La figura 12 muestra imágenes de TEM de (a) CNT individuales y (b) CNT individuales y en haces.

La figura 13 muestra imágenes de AFM de CNT individuales depositados sobre (a) un sustrato a base de polímero sensible a la temperatura (SU-8; capa con un grosor de $10\ \mu\text{m}$) y (b) un 4 sustrato de Si_3N_4 (capa con un grosor de $119\ \mu\text{m}$).

La figura 14 muestra una imagen AFM de CNT individuales depositados sobre una rejilla de membrana de Si_3N_4 .

La figura 15 muestra una imagen AFM de CNT individuales depositados sobre un sustrato de SiO_2 .

La figura 16 (a y b) muestra una imagen SEM de CNT empaquetados depositados sobre un sustrato de sílice en dos ubicaciones diferentes en los que se aplicó una carga electrostática.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION Y EJEMPLOS RELACIONADOS

La figura 1 muestra una realización del procedimiento de la presente invención para desplazar y, de este modo, separar las estructuras HARM empaquetadas de las estructuras HARM individuales. Se somete colectivamente una mezcla de estructuras HARM empaquetadas e individuales -1- a una fuerza -2- que actúa selectivamente sobre las estructuras HARM empaquetadas o individuales, basándose, como mínimo, en una de sus características físicas, por ejemplo, adecuaciones, que las distingue, de manera que se desplazan, por ejemplo, se aceleran, una con respecto a la otra, de manera que quedan separadas en el espacio en una pluralidad de estructuras HARM individuales -3- y empaquetadas -4-.

La figura 2a muestra un procedimiento, en el que se suspende una mezcla de estructuras HARM empaquetadas e individuales -1-, por ejemplo, en un gas portador, un líquido o se suspende en el vacío. Dicha dispersión se hace

5 pasar a través de un campo eléctrico debido a una diferencia de tensión -6-. Dado que las estructuras HARM empaquetadas están cargadas sustancialmente de forma natural y las estructuras HARM individuales están sustancialmente sin cargar, el campo eléctrico provoca que las estructuras HARM empaquetadas -4- migren en el campo eléctrico (la dirección depende del signo de su carga neta) y se separen de las estructuras HARM individuales -3-, que pasan a través del campo eléctrico mayoritariamente sin verse afectadas. En otras palabras, las estructuras HARM cargadas de forma natural se aceleran hacia las paredes -9- del canal, mientras que las estructuras HARM individuales salen del canal.

10 De manera similar, la figura 2b muestra el procedimiento realizado en modo discontinuo, en el que la dispersión de estructuras HARM empaquetadas e individuales -1- se coloca en una cámara -13-, en la que se aplica un potencial eléctrico o una tensión -6- para provocar la separación y la deposición de estructuras HARM empaquetadas -4- e individuales -3-. Las estructuras HARM empaquetadas con carga natural son aceleradas hacia las paredes -9-, mientras que las estructuras HARM individuales permanecen suspendidas.

15 La figura 3 muestra otra realización del procedimiento de la presente invención, en el que la mezcla de estructuras HARM empaquetadas y no empaquetadas -1- se suspende en un líquido o gas y se somete a una fuerza, en este caso una aceleración inercial o gravitacional, haciendo que, de este modo, que se separen las estructuras HARM empaquetadas -4- e individuales -3-. En este caso, las estructuras HARM empaquetadas se depositan selectivamente de las estructuras HARM individuales y se genera una suspensión de estructuras HARM individuales a través de un equilibrio de inercia y arrastre. En esta realización, la dispersión se introduce en un canal curvado -9- a) o se dirige hacia una superficie -4- b) y las estructuras HARM empaquetadas que tienen un número de Stokes efectivo más elevado son aceleradas hacia la superficie, mientras que las estructuras HARM individuales permanecen suspendidas. Además, las estructuras HARM empaquetadas pueden ser depositadas sobre un sustrato. Alternativamente c), la dispersión de estructuras HARM individuales y empaquetadas -1- se introduce en un canal de expansión -7- en dirección opuesta a la aceleración de la gravedad -8-. La velocidad del líquido o gas de suspensión se reduce en el volumen en expansión. De este modo, las estructuras HARM individuales -3-, que tienen un número de Stokes menor que las estructuras HARM empaquetadas -4-, son llevadas más arriba del canal que las estructuras HARM empaquetadas, haciendo que, de este modo, se separen.

30 La figura 4 muestra que, por ejemplo, las estructuras HARM individuales separadas -3- pueden ser depositadas sobre un sustrato separado -9- mediante precipitación electrostática. En el presente documento, se aplica una tensión -11- a una aguja -12- para crear una nube de electrones, que carga las estructuras HARM individuales no cargadas previamente. En este dispositivo, las estructuras HARM se cargan mediante la carga del campo utilizando una descarga de corona que ioniza el gas y crea una pequeña corriente entre dos placas. A continuación, utilizando una fuerza, en este caso una velocidad de migración electrostática, se conseguirá que se depositen sobre la placa de recogida conectada a tierra -10-, en la que se encuentra el sustrato -9-. Además, la ubicación de la deposición puede ser determinada mediante la variación local del campo eléctrico, permitiendo, de este modo, una deposición con una configuración. Están disponibles diversos medios para la localización del campo eléctrico.

40 La figura 5 muestra una forma de permitir la deposición con una configuración mediante la utilización de una fuerza electrostática. Se puede localizar una configuración de carga en un sustrato semiconductor o no conductor -9-, por ejemplo, mediante la fabricación de un sello o una máscara de material conductor -14- y aplicando la máscara al sustrato para cargar por contacto las áreas del sustrato en contacto con el sello o la máscara -15-. Después de extraer el sello o la máscara, las áreas de contacto permanecen cargadas y se lleva una dispersión de una mezcla de estructuras HARM empaquetadas e individuales -1-, empaquetadas -4- o individuales -3- son llevadas a continuación a las proximidades del sustrato cargado, después de lo cual, el campo eléctrico local hace que las que tienen una carga opuesta se aceleren hacia la configuración predeterminada y se depositen según la configuración del sello o la máscara. La resolución de la configuración de deposición es, de este modo, aproximadamente igual a la del sello o la máscara.

50 La figura 6 muestra un procedimiento en el que se utiliza una fuerza termoforética para depositar estructuras HARM (-1-, -3-, -4-) sobre un sustrato. Una ventaja destacada de depositar partículas utilizando el precipitador termoforético es la posibilidad de utilizar cualquier tipo de sustratos. En este caso, se hace pasar un aerosol de gas portador y estructuras HARM entre un intersticio entre una placa calentada -16- y una placa enfriada -17-. Se pueden utilizar varios medios conocidos en la técnica para calentar y enfriar las placas, pero en la realización preferente, la placa caliente se calienta a través de una corriente eléctrica y la placa fría se enfría de forma conductiva mediante un flujo de agua fría. A continuación, las estructuras HARM migran de la placa caliente a la fría y se depositan sobre el sustrato unido -9-.

60 La figura 7a muestra un modo de depositar estructuras HARM, según la presente invención, en el que las estructuras HARM se depositan en una configuración mediante el calentamiento y enfriamiento configurado de la placa de recogida. En este caso, están colocados una pluralidad de elementos de calentamiento -18- y enfriamiento -19- en un lado del sustrato -9- y el aerosol de las estructuras HARM mezcladas, empaquetadas e individuales (-1-, -3-, -4-) es introducido en el otro lado del sustrato y entre una placa de calentamiento -16-. A continuación, las estructuras HARM se depositan mediante la fuerza termoforética, es decir, termoforesis, sobre las partes relativamente más frías del sustrato. Se pueden utilizar otros medios para crear las configuraciones de

calentamiento y enfriamiento en el sustrato. Por ejemplo, para sustratos de baja conducción de calor, se puede utilizar radiación (por ejemplo, irradiación con láser). Por ejemplo, se puede dirigir una configuración de rayos láser hacia el sustrato enfriado para calentar zonas concretas. El procedimiento, según la presente invención, puede ser utilizado para depositar estructuras HARM que tienen diferentes propiedades para ser depositadas en diferentes posiciones, tal como se muestra en la figura 7b. En este caso, al intervalo de tiempo 1 (t1), el calentamiento y el enfriamiento del sustrato están en una configuración determinada, después de lo cual se depositan las estructuras HARM de tipo 1. Posteriormente, se cambia el calentamiento y enfriamiento del sustrato y se depositan las estructuras HARM de tipo 2. El proceso se puede repetir para crear configuraciones de deposición complejas con múltiples propiedades.

La figura 8 muestra la incorporación de los procedimientos anteriores en un proceso producción de HARM. En la figura 8, los procedimientos anteriores están incorporados en un proceso de producción de HARM con catalizador flotante conocido en la técnica. En este caso, las partículas de catalizador o precursores -20- de partículas de catalizador se introducen en un reactor de HARM -21- junto con la fuente o fuentes apropiadas -22- y los reactivos adicionales -23-, según sea necesario. Un aerosol de estructuras HARM sale del reactor y se separa en un aparato de separación -24- que opera según cualquiera de los procedimientos descritos para separar haces de estructuras HARM -4- y estructuras HARM individuales -3-. A continuación, las estructuras HARM individuales pueden ser cargadas, recubiertas, funcionalizadas o, en cualquier caso, modificadas en un reactor de acondicionado -25- y, a continuación, depositadas sobre un sustrato -9- en un reactor de deposición -27-, según cualquiera de los procedimientos descritos para desplazar estructuras HARM empaquetadas y/o individuales. La capa de deposición puede ser homogénea en capas o con una configuración, según los procedimientos descritos en la presente invención. Además, la capa de deposición se puede procesar adicionalmente de cualquier manera adecuada. Además, los precursores y/o reactivos no utilizados se pueden recuperar en un reactor de recuperación -30- mediante medios conocidos en la técnica y se retroalimentan en el ciclo de producción. El proceso se puede repetir.

Ejemplos

En los siguientes ejemplos, las estructuras HARM empaquetadas e individuales, en este ejemplo nanotubos de carbono (CNT), se desplazaron y, de este modo, se separaron unos de otros y se depositaron por separado. En todos los ejemplos, los CNT se sintetizaron de forma continua antes de las etapas de separación y de deposición para producir un aerosol que contenía una mezcla de CNT empaquetados e individuales. Se utilizó un procedimiento generador de alambre caliente (HWG) para la síntesis de los CNT, tal como es conocido en la técnica. En el procedimiento, se produjeron partículas de catalizador de Fe mediante vaporización a partir de un alambre catalizador calentado por resistencia en un flujo de H₂/Ar (400 cm³/min) (con una proporción molar de 7/93). Las partículas se formaron y se desarrollaron mediante procesos de nucleación en fase vapor, condensación y coagulación de partículas. Posteriormente, las partículas producidas se introdujeron en un reactor tubular cerámico aproximadamente a 400 °C, mezcladas con un flujo de monóxido de carbono (CO) de 400 cm³/min, y se calentaron para inducir la formación de CNT (de 700 °C a 900 °C). Se instaló un dispositivo de dilución en tubo poroso (6 l/min) más abajo del reactor para evitar la deposición de producto en las paredes. Se introdujeron 12 cm³/min de CO₂ en el reactor como un agente de grabado. A menos que se indique lo contrario, todos los experimentos se llevaron a cabo utilizando una potencia de calentamiento del alambre de 19 W, una concentración de CO del 53% en una mezcla de CO/(Ar-H₂) (proporción molar de 93-7) y una temperatura máxima de reacción de 700 °C. Se midieron las distribuciones del tamaño por movilidad de partículas de aerosol (es decir, partículas de catalizador, CNT individuales y haces de CNT dispersados en la fase gaseosa) mediante un sistema analizador de la movilidad diferencial que consiste en un clasificador, un contador de partículas de condensación y un cargador bipolar ²⁴¹Am opcional. Se utilizaron fuentes de alimentación adecuadas para la aplicación de polaridad positiva y negativa al electrodo interno, mientras que el electrodo externo se mantuvo a tierra. Se colocó un filtro electrostático (ESF) más abajo del reactor y se utilizó para separar por filtración las partículas de aerosol cargadas (cuando fue requerido). El ESF está compuesto por dos placas metálicas con unas dimensiones de 15 cm de longitud y 2 cm de altura, separados entre sí por una distancia de 1 cm. Este dispositivo permitió la separación por filtración de partículas de aerosol cargadas mediante la conexión de una de las placas a alta tensión (alrededor de 4.000 V), mientras que la otra se mantuvo a tierra. Las partículas de aerosol, incluyendo las partículas de catalizador y las estructuras HARM de CNT, se recogieron en rejillas de cobre recubiertas de carbono para su caracterización estructural mediante TEM.

Ejemplo 1 Desplazamiento y separación de estructuras HARM de CNT empaquetadas e individuales mediante precipitación electrostática aprovechando la carga natural de estructuras HARM empaquetadas

La distribución del tamaño por movilidad de las partículas de aerosol cargadas de forma natural (es decir, obtenidas sin cargador bipolar externo antes del DMA) se muestra en figura 9. La figura muestra la dependencia de la frecuencia medida con el diámetro de movilidad equivalente, D, calculado asumiendo una forma esférica y una sola carga, y con la movilidad eléctrica inversa, 1/Z. Tal como se puede observar, se obtuvo una distribución de la movilidad amplia con un diámetro de movilidad medio de alrededor de 45 nm, independientemente de la polaridad de la tensión de polarización y se atribuyó a la presencia de CNT. La observación por TEM de la muestra producida a 700 °C y recogida directamente sobre la rejilla del TEM de la fase gaseosa mostró que los nanotubos tenían una sola pared y estaban claramente empaquetados en haces (figura 9b). Dado que el DMA puede clasificar únicamente

partículas de aerosol cargadas, estos resultados indican que los nanotubos procedentes del reactor estaban cargados eléctricamente de forma natural. Además, este fenómeno se observó independientemente de la polaridad aplicada al DMA. Según las mediciones de la concentración, los CNT estaban cargados positiva y negativamente de manera aproximadamente igual con fracciones de $N^+ = 47\%$ y $N^- = 53\%$, respectivamente (tabla 1).

Investigaciones previas sobre la formación de nanopartículas metálicas mediante un HWG indicaron que las partículas poseen cargas eléctricas después de su formación. A efectos de estudiar la posibilidad de que las partículas de catalizador de Fe pudieran también estar cargadas en el sistema, y, en consecuencia, ser el origen de la carga de los nanotubos, el CO fue reemplazado por N_2 (evitando, de este modo, la formación de CNT). Las investigaciones por los inventores llevadas a cabo a temperaturas de 25°C a 900°C mostraron que casi todas las partículas de Fe (hasta el 99%) eran eléctricamente neutras (tabla 2), lo que sugiere que las partículas de catalizador no están implicadas directamente en la carga observada de los nanotubos.

Para medir las distribuciones del tamaño por movilidad de las partículas de aerosol neutras, el aerosol cargado se separó por filtración mediante la aplicación de una diferencia de potencial entre los electrodos en el ESF. Las partículas de aerosol neutras extraídas se cargaron artificialmente utilizando el cargador bipolar externo (^{241}Am) antes de la medición de la distribución de la movilidad mediante DMA. Se observó un máximo con un diámetro equivalente promedio de 5 nm y se atribuyó a partículas de catalizador de Fe que permanecían inactivas para el crecimiento de CNT. De este modo, estos resultados indican que todos los nanotubos fueron depositados en el ESF y, por lo tanto, estaban cargados eléctricamente. Se obtuvieron resultados similares a 800°C y 900°C (tabla 1).

Tabla 1. Fracción cargada ($N^{+/-}$) de los CNT sintetizados utilizando el 53% de CO y una potencia de calentamiento de 19 W a diferentes temperaturas del reactor. (N^+) y (N^-) indican la distribución de la polaridad de los CNT cargados.

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	$N^{+/-}$ (%)	N^+ (%)	N^- (%)
700	99	47	53
800	99	48	52
900	97	41	59

Tabla 2. Fracción cargada ($N_p^{+/-}$) de las partículas de catalizador de Fe producidas a través del procedimiento con HWG en atmósfera de N_2 a diferentes temperaturas del reactor. (N_p^+) y (N_p^-) indican la distribución de la polaridad de las partículas de catalizador cargados.

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	$N_p^{+/-}$ (%)	N_p^+ (%)	N_p^- (%)
25	1	99	1
700	1	4	96
800	4	27	73
900	2	28	72

Es conocido que las reacciones en superficie gaseosa pueden inducir excitaciones electrónicas en superficies metálicas. Cuando tienen lugar reacciones muy exotérmicas, estas excitaciones pueden conducir a la expulsión de iones y electrones de la superficie. Como consecuencia, se puede especular que la reacción de desproporción del CO exotérmico necesaria para el crecimiento de CNT podría desempeñar un papel en su carga eléctrica. En un intento de estudiarlo, se llevaron a cabo experimentos variando la concentración de CO. A efectos de estimar cuantitativamente la fracción de CNT cargados ($N^{+/-}$), se midieron las distribuciones del tamaño por movilidad con el cargador bipolar ^{241}Am antes del clasificador. La figura 10a muestra la comparación entre las distribuciones del tamaño por movilidad de todos los CNT (ESF desconectado) y los CNT neutros (ESF conectado) a concentraciones de CO del 27%, 34% y 53%. Como era de esperar, la concentración de los CNT aumentó con la concentración de la fuente de carbono (CO) introducida en el reactor. A la concentración del 27%, la distribución del tamaño por movilidad de todos los CNT y de la fracción neutra parecía ser idéntica, lo que indica que casi todos los CNT son eléctricamente neutros. Sin embargo, la fracción de CNT neutros disminuyó gradualmente a medida que aumentó la concentración de CO. De este modo, al 53% de CO, casi todos los CNT estaban cargados. La figura 10b muestra de forma resumida el efecto de la concentración del CO en la fracción total de nanotubos cargados ($N^{+/-}$) y la concentración del producto.

De manera similar, también se midieron las distribuciones de movilidad variando la potencia de calentamiento aplicada al alambre, de 16 W a 19 W, cuando la concentración de CO se mantuvo constante al 53%. El incremento de la potencia aumenta la concentración de CNT, debido a una mayor concentración de partículas de catalizador de Fe producidas. En consecuencia, aumenta el empaquetamiento de los nanotubos. Tal como puede observarse en la figura 11, la fracción de los CNT cargados aumentó con la potencia aplicada al alambre calentado.

Los resultados muestran que una mayor concentración de CNT conduce a una carga más eficaz. Este hecho se refiere al empaquetamiento de los CNT, ya que la probabilidad de empaquetamiento aumenta con su concentración en la fase gaseosa. Por consiguiente, la carga natural de los CNT puede tener lugar en el proceso de formación de haces. Esta hipótesis fue apoyada mediante observación con TEM de la muestra que contiene CNT cargados, en la que sólo se encontraron CNT empaquetados (figura 9b).

A efectos de recoger la fracción neutra de CNT, se utilizó el ESF para separar por filtración los CNT cargados. Los CNT se sintetizaron utilizando una potencia de calentamiento de 16,5 W para mantener una baja concentración de CNT y, de este modo, minimizar su empaquetamiento. En estas condiciones experimentales, se calculó que la fracción de CNT cargados era de alrededor del 12%. Los CNT se recogieron directamente de la fase gaseosa sobre un sustrato de película de carbono con huecos para TEM utilizando un precipitador electrostático de punto a placa. Las observaciones mediante TEM de los CNT neutros revelaron la presencia de sólo CNT individuales (figura 12a). La recogida de todo el producto (es decir, sin separar por filtración los CNT cargados) reveló la presencia de haces de CNT y CNT individuales (figura 12b). Esto indica que los CNT individuales eran neutros, mientras que los haces estaban cargados.

El efecto de carga se puede explicar por la energía de van der Waals liberada durante el empaquetamiento de los CNT. A efecto de minimizar la energía libre total, los CNT forman haces que consisten en tubos individuales situados en paralelo entre sí. Esto da lugar a una liberación de energía relativamente elevada: por ejemplo, el empaquetamiento de dos CNT en forma de sillón (10,10) conduce a la disminución de la energía total, tanto como, de 95 eV/100 nm. El haz puede cargarse debido a la emisión de electrones e iones a través de la disipación de la energía de van der Waals liberada. La proporción elevada del área de contacto con respecto al área superficial y la proporción elevada del área superficial con respecto al volumen de CNT permiten probablemente una carga significativa que no sería detectable en estructuras con una relación entre dimensiones elevada y/o baja.

Dado que el proceso de carga debido al empaquetamiento está directamente relacionado con la proporción elevada de área de contacto con respecto al volumen de estas estructuras aproximadamente unidimensionales, los descubrimientos son aplicables a cualquier estructura molecular con una relación entre dimensiones elevada (estructuras HARM), tal como se ha mencionado anteriormente.

Ejemplo 2 Separación de CNT empaquetados e individuales en la fase de gas y la deposición por separado mediante precipitación electrostática sobre un sustrato a base de polímero y sustratos de Si_3N_4 .

Se desplazaron CNT empaquetados e individuales y, de esta manera, fueron separados con el procedimiento descrito anteriormente. A continuación, los CNT separados se depositaron por separado sobre un sustrato a base de polímero (SU-8, capa de 10 μm de grosor), con una temperatura de degradación de ~ 300 °C y un sustrato de Si_3N_4 (capa de 119 μm de grosor). La deposición se llevó a cabo utilizando un precipitador electrostático (figura 4). Las imágenes de microscopía de fuerza atómica (AFM) mostradas en las figuras 13a-b muestran la presencia de CNT individuales, que habían sido cargados antes de la deposición, con diámetros que varían desde 0,7 nm hasta 1,1 nm determinados a partir de las mediciones de la altura, lo cual es coherente con lo que se determina mediante TEM. Además, en la figura 14 se muestran imágenes de AFM de CNT individuales recogidos sobre sustratos de Si_3N_4 (100 nm de grosor).

Ejemplo 3 Separación de CNT empaquetados e individuales en la fase gaseosa y deposición por separado mediante termoforesis sobre un sustrato de SiO_2 .

Se desplazaron CNT empaquetados e individuales y, de esta manera, fueron separados con el procedimiento descrito anteriormente. A continuación, los CNT separados se depositaron por separado sobre un sustrato a base de polímero (SU-8, capa de 10 μm de grosor), con una temperatura de degradación de ~ 300 °C y un sustrato de SiO_2 . La deposición se llevó a cabo utilizando un precipitador termoforético (figura 6). Una imagen de microscopía de fuerza atómica (AFM) mostrada en la figura 15 muestra la presencia de CNT individuales.

Ejemplo 4 Deposición de haces de CNT a partir de la fase gaseosa sobre un sustrato de sílice mediante carga electrostática.

Los haces de CNT se produjeron en un reactor de CNT utilizando ferroceno y monóxido de carbono. Los haces fueron depositados a partir de la fase gas sobre un sustrato de sílice. El sustrato se preparó previamente para que tuviera una carga electrostática local presionando la punta de una clavija de hierro sobre la superficie del sustrato. Los haces de CNT fueron depositados solamente en los puntos en los que se había aplicado previamente presión con la clavija. Los depósitos resultantes se muestran en la figura 16.

La presente invención no se limita simplemente a los ejemplos de realización mencionados anteriormente, por el contrario, son posibles muchas modificaciones dentro del alcance de la idea inventiva definida en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para depositar estructuras moleculares con una relación entre dimensiones elevada, HARM, que comprende: proporcionar un aerosol que comprende estructuras HARM individuales y empaquetadas (1, 3, 4);
5 aplicar una fuerza sobre las estructuras HARM individuales y empaquetadas desplazando, de este modo, como mínimo, parte de las estructuras HARM individuales y empaquetadas basándose en una o varias características y/o adecuaciones físicas hacia una o varias ubicaciones predeterminadas mediante la fuerza aplicada, estando el procedimiento **caracterizado por que** comprende, además, depositar, como mínimo, parte de las estructuras HARM individuales y empaquetadas (1, 3, 4) en una configuración mediante la fuerza aplicada,
10 en el que la fuerza es una fuerza termoforética y una o varias estructuras HARM individuales y empaquetadas son depositadas en una configuración mediante calentamiento (18) y enfriamiento (19) con la configuración de una placa de recogida (9).
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las estructuras HARM (1, 3, 4) comprenden un nanotubo, un nanotubo de carbono, un nanotubo de carbono funcionalizado con fullereno, un nanotubo de nitruro de boro, una nanovarilla que incluye una nanovarilla que contiene carbono, fósforo, boro, nitrógeno y/o silicio, un filamento y/o cualquier otro tubo, estructura tubular, varilla y/o cinta y/o cualquier otra estructura molecular con una relación entre dimensiones elevada en forma individual o empaquetada.
15
3. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, **caracterizado por que** el procedimiento comprende, además, añadir uno o varios reactivos, agentes, materiales de recubrimiento, materiales de funcionalización, tensoactivos y/o productos dopantes a dichas una o varias estructuras HARM (1, 3, 4).
20

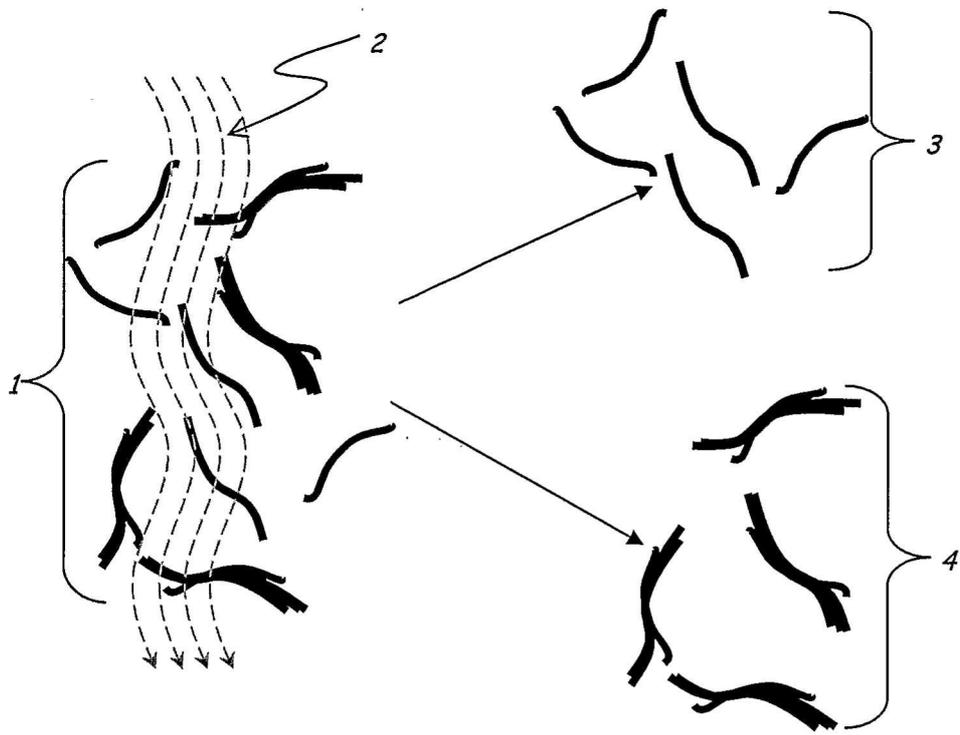


Figura 1

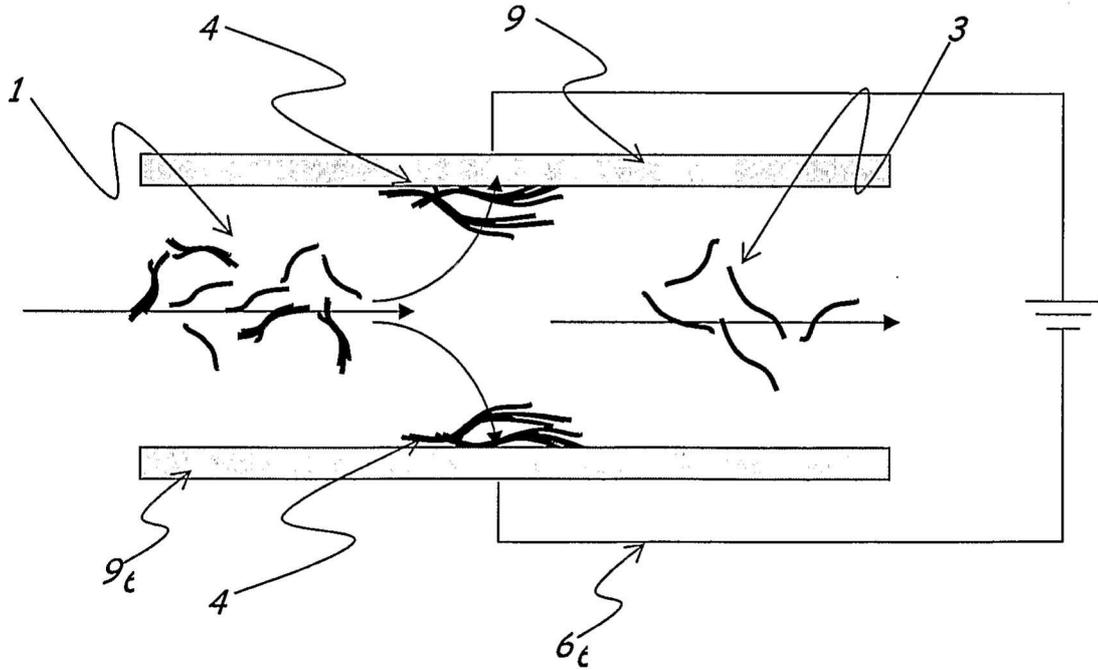


Figura 2a

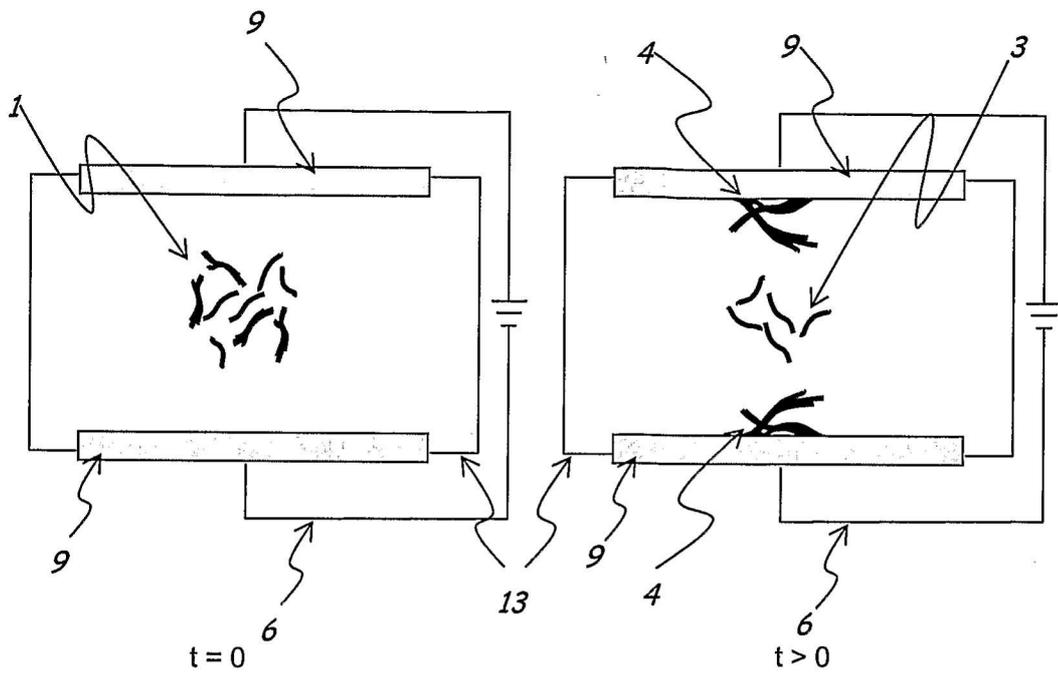


Figura 2b

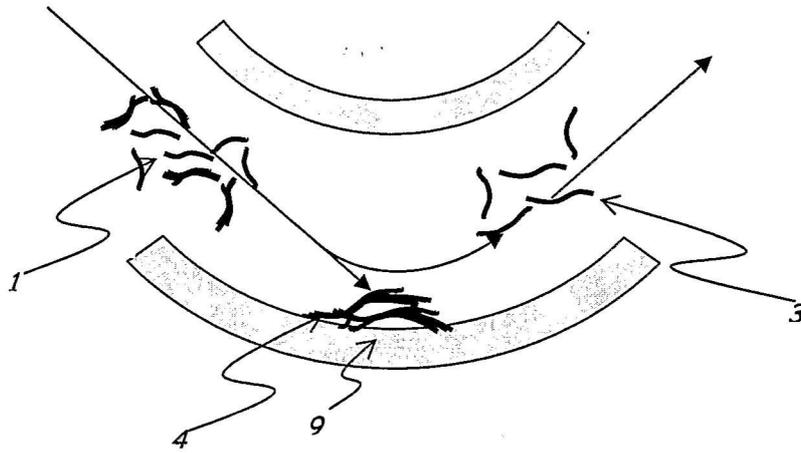


Figura 3a

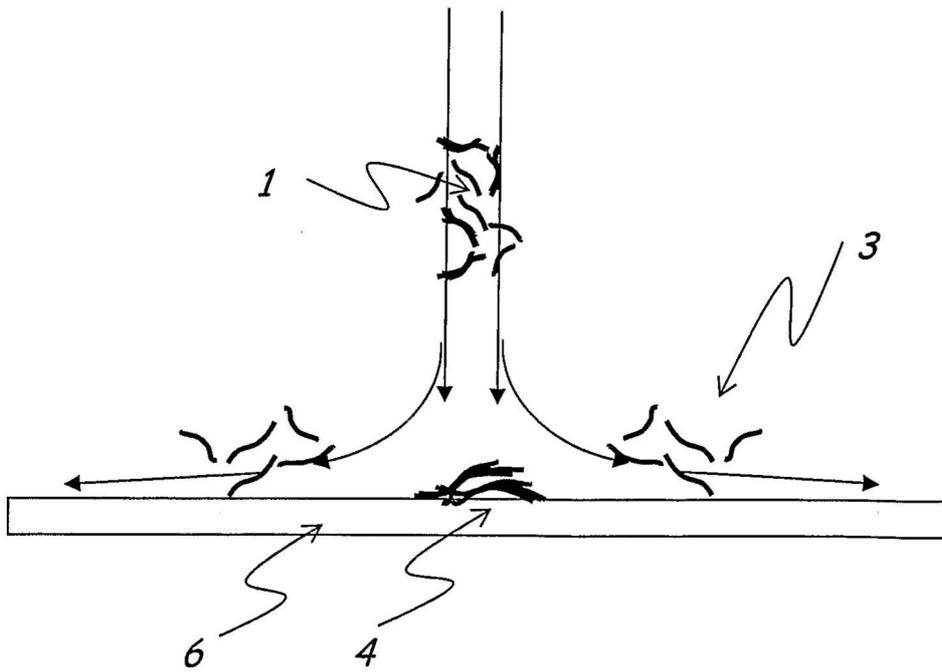


Figura 3b

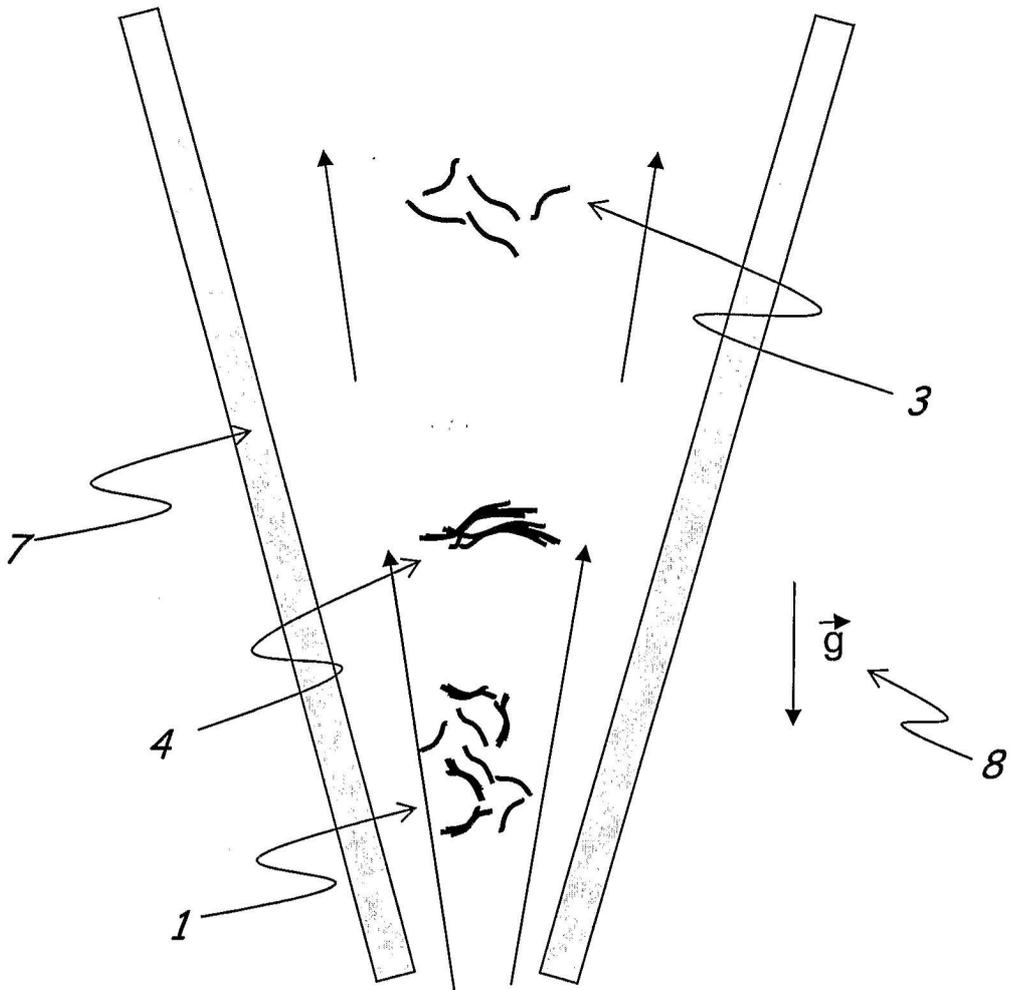


Figura 3c

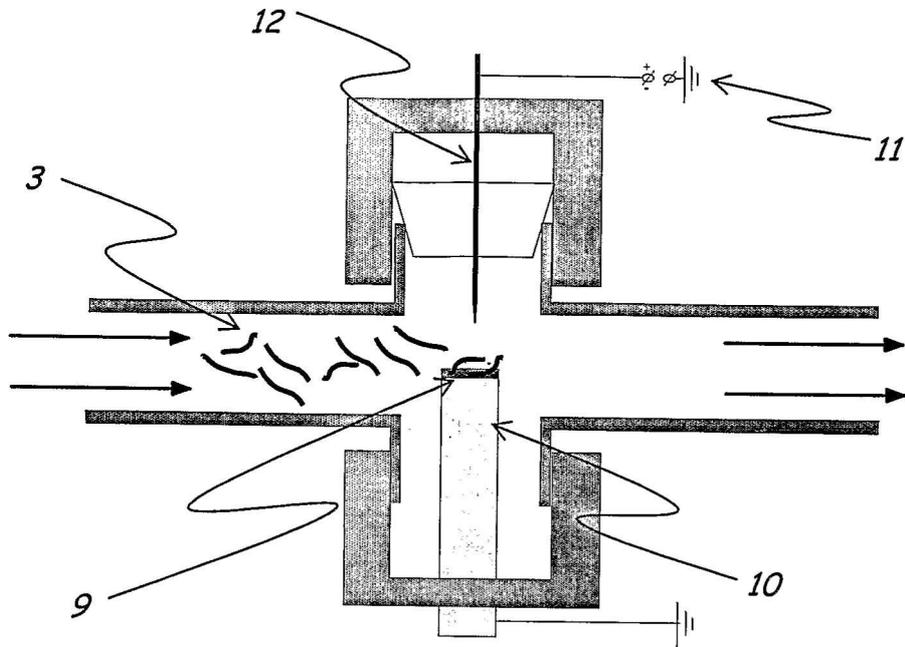


Figura 4

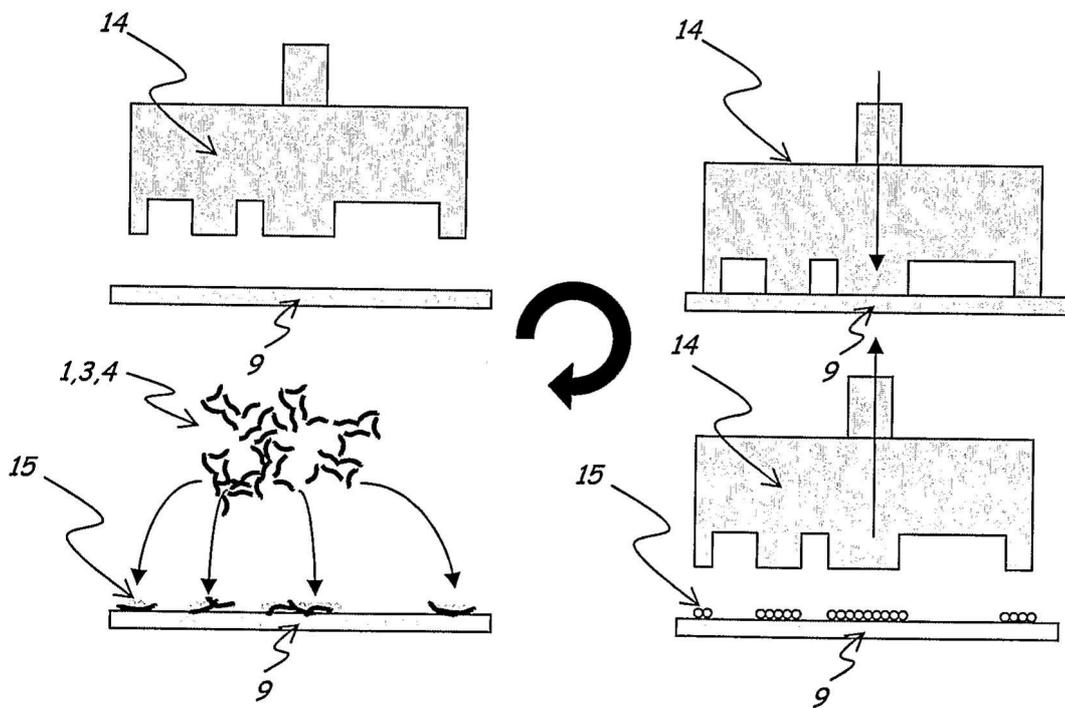


Figura 5

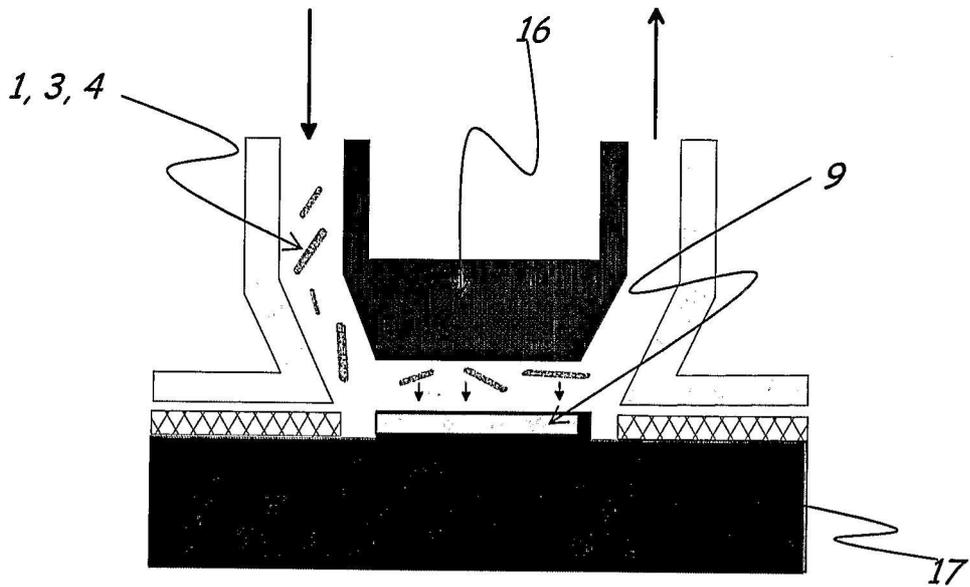


Figura 6

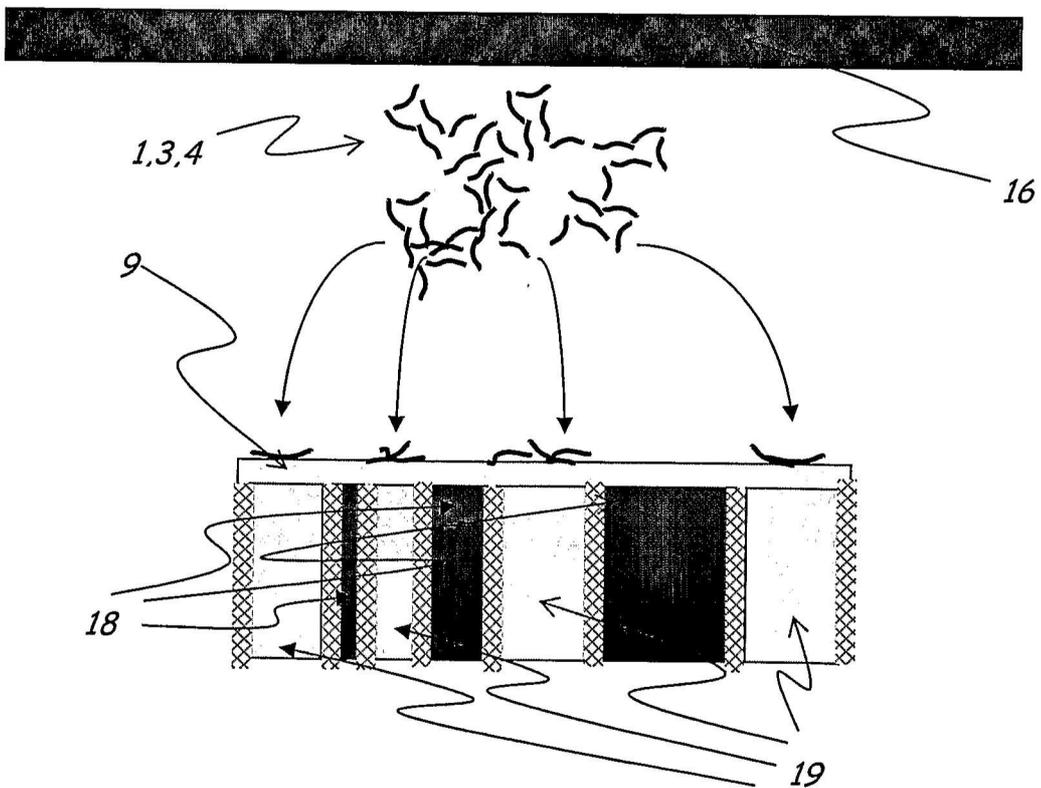


Figura 7a

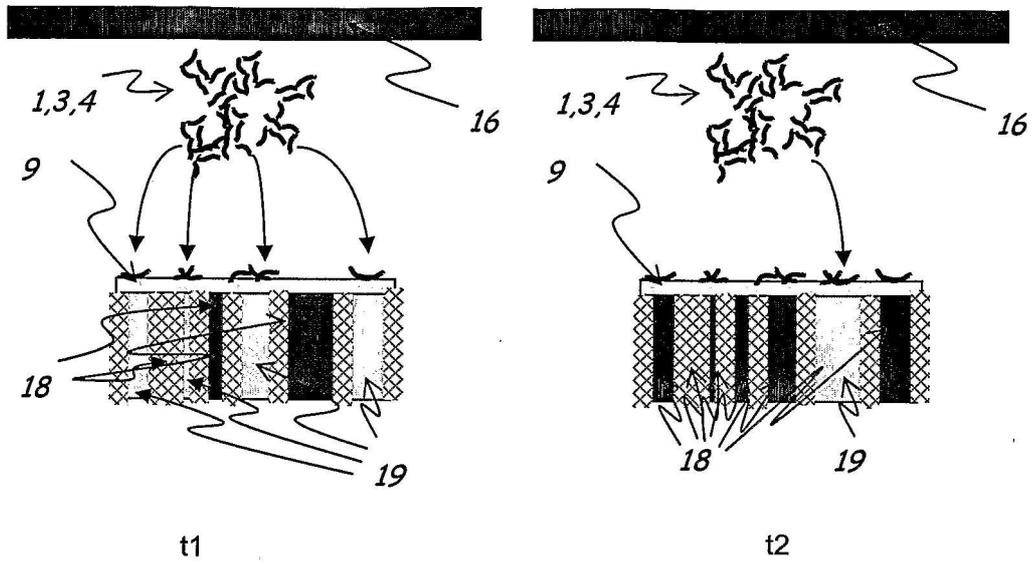


Figura 7b

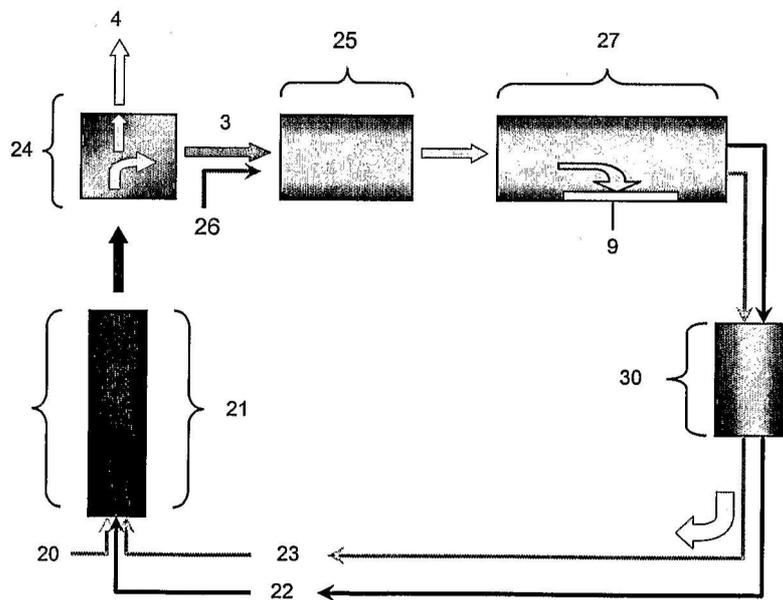


Figura 8

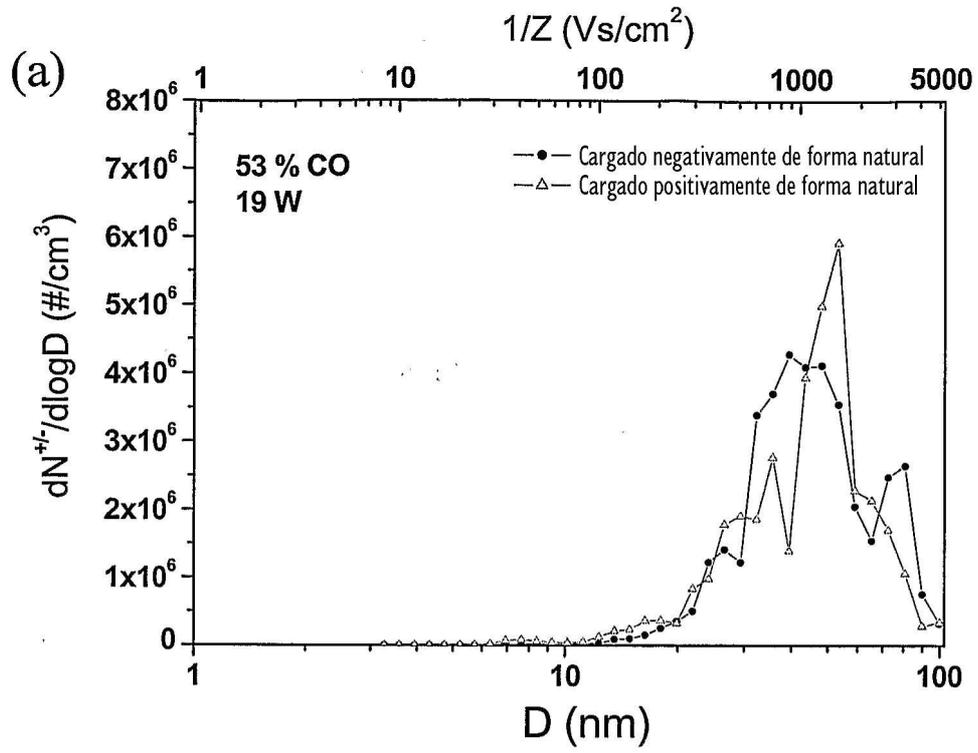


Figura 9a

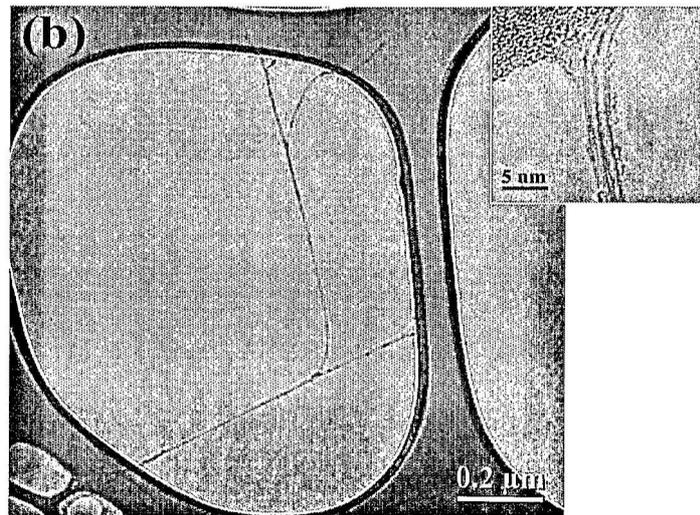


Figura 9b

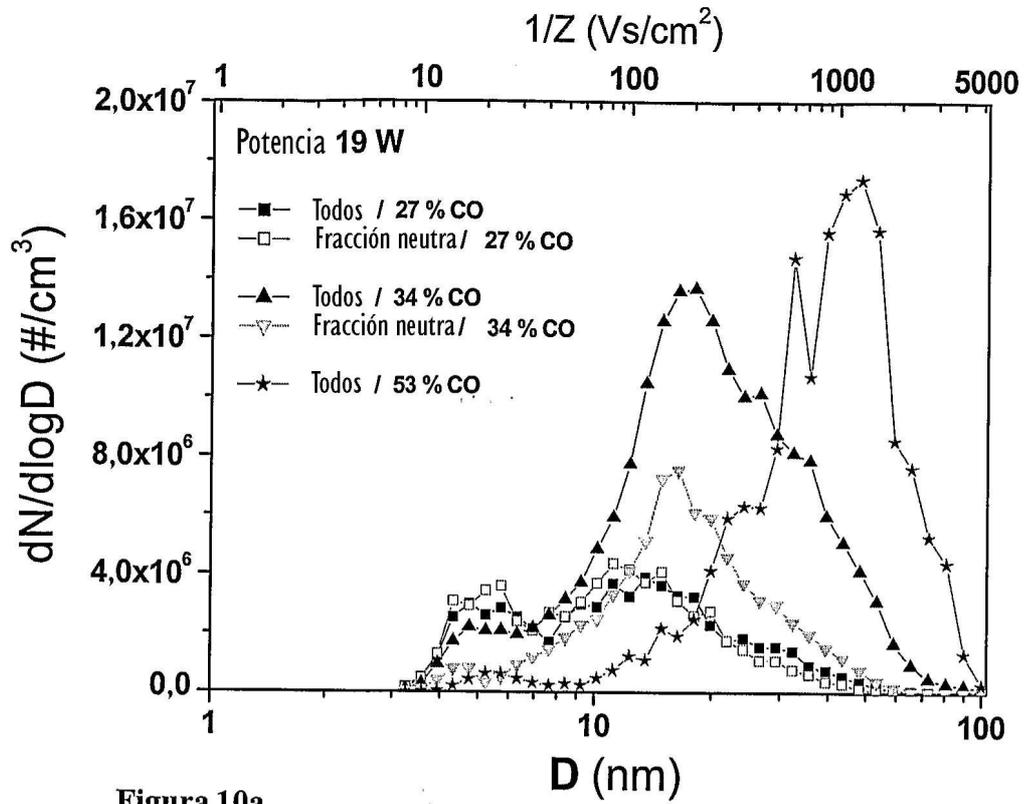


Figura 10a

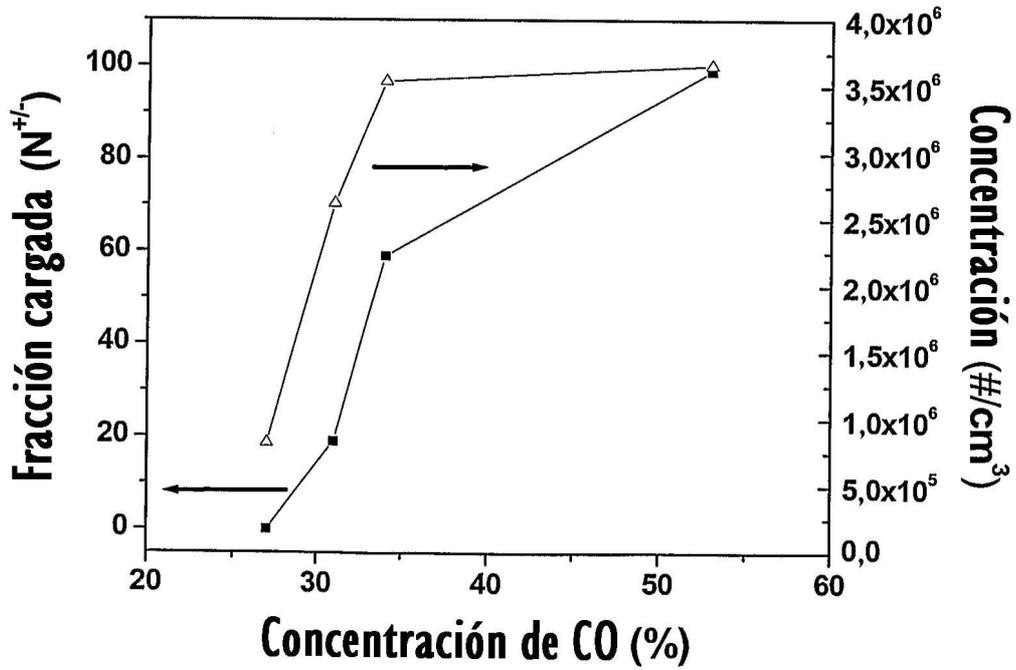


Figura 10b

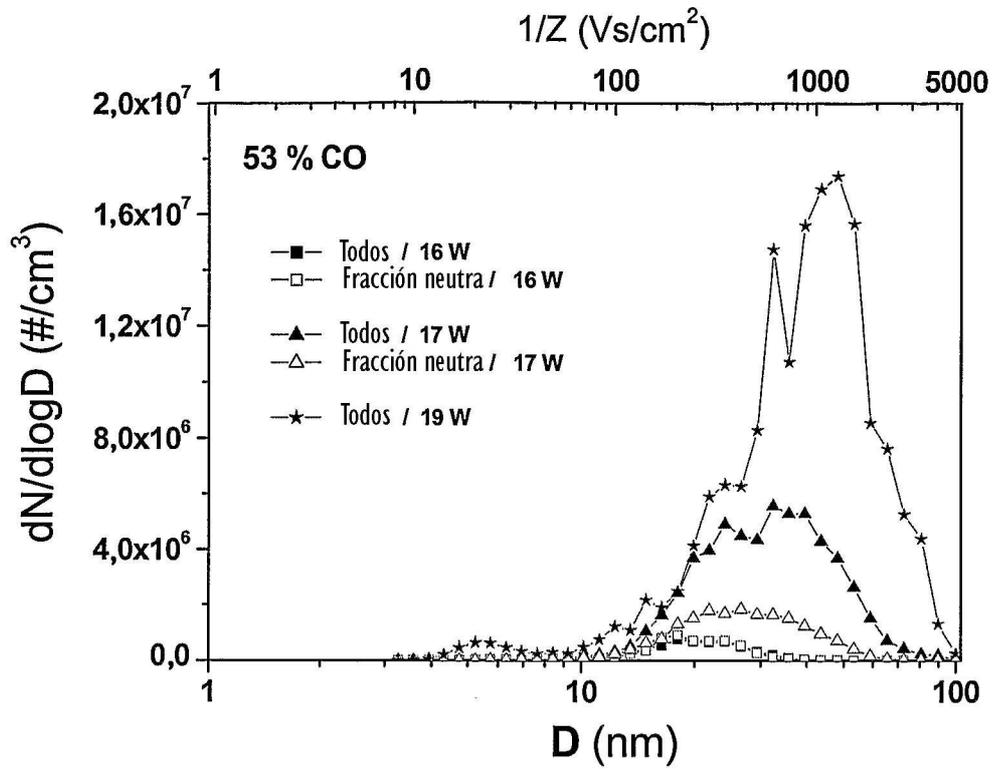


Figura 11a

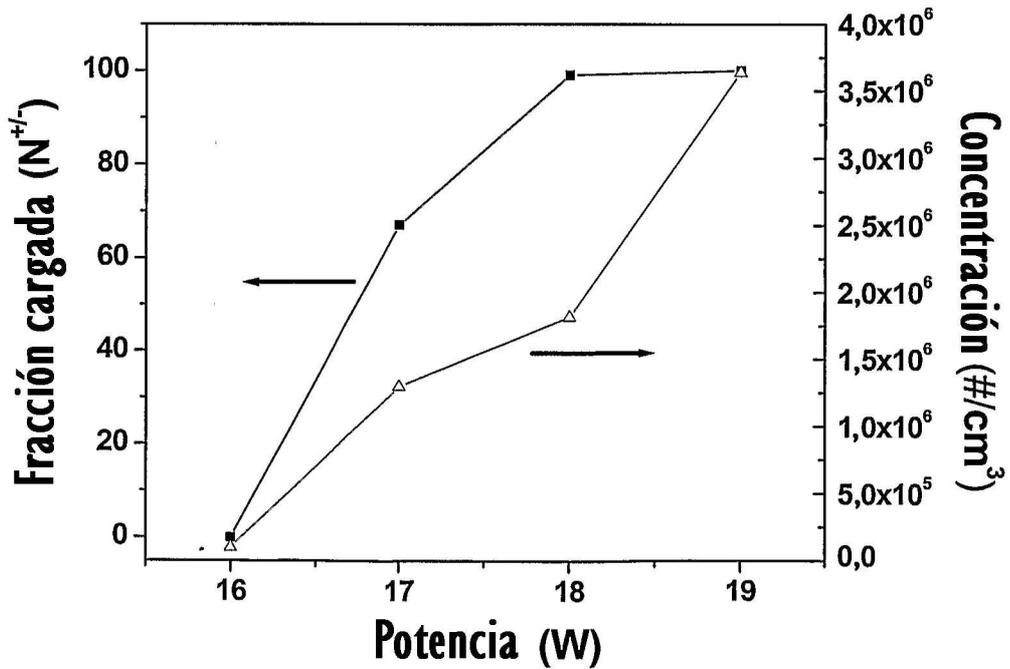


Figura 11b

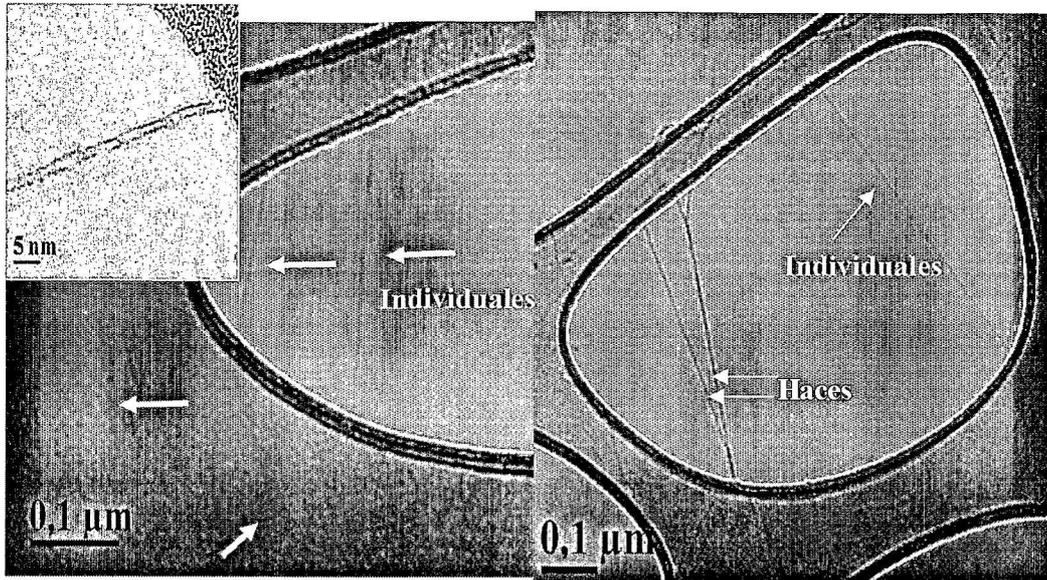


Figura 12a

Figura 12b

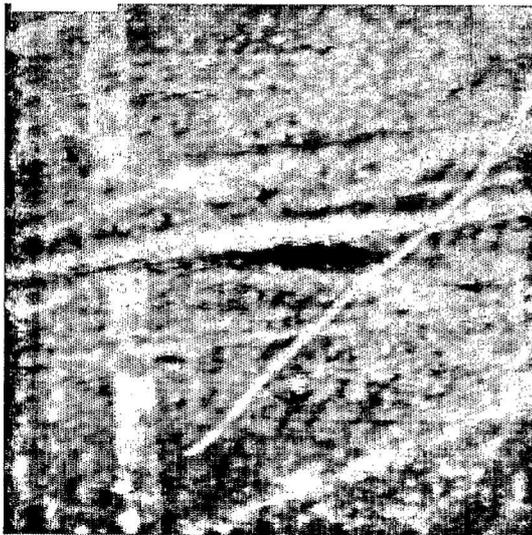


Figura 13a

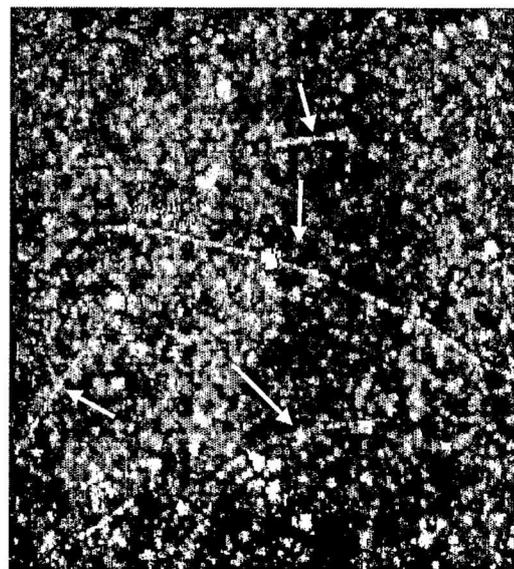


Figura 13b

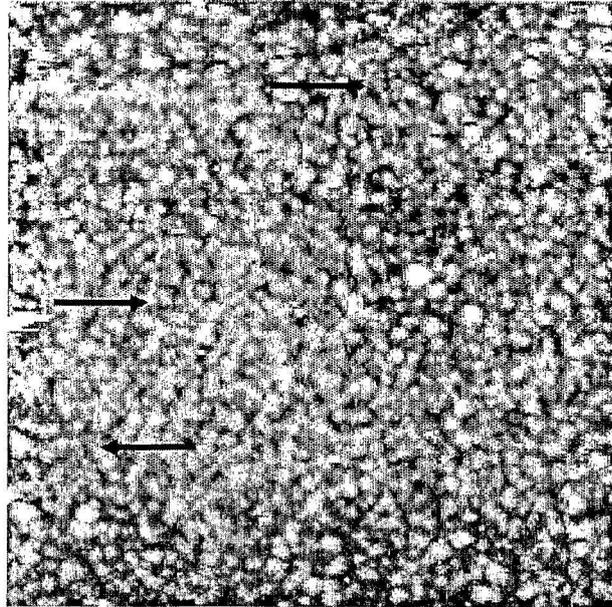


Figura 14

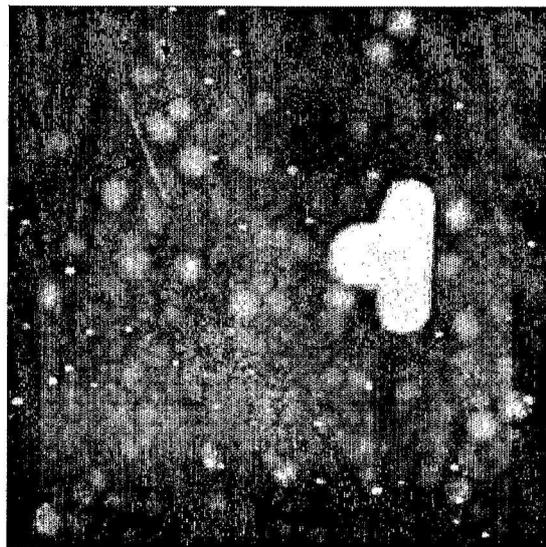


Figura 15

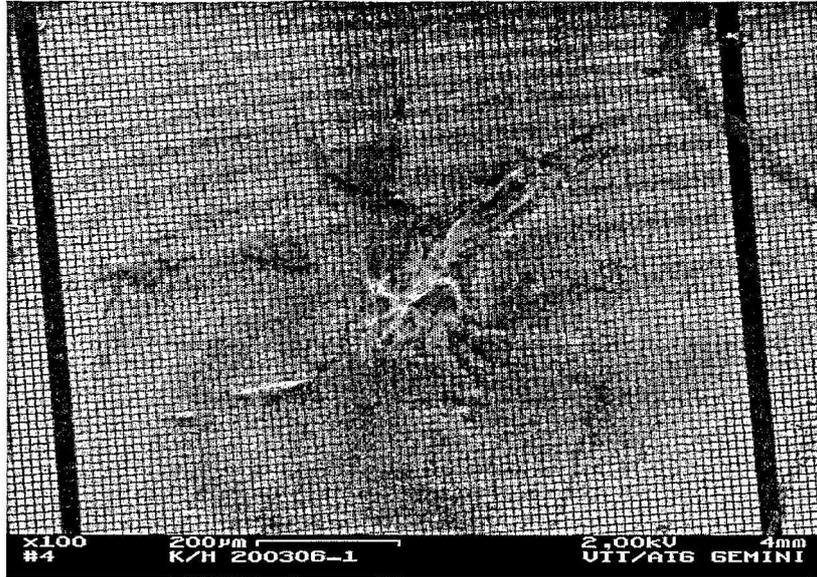


Figura 16a

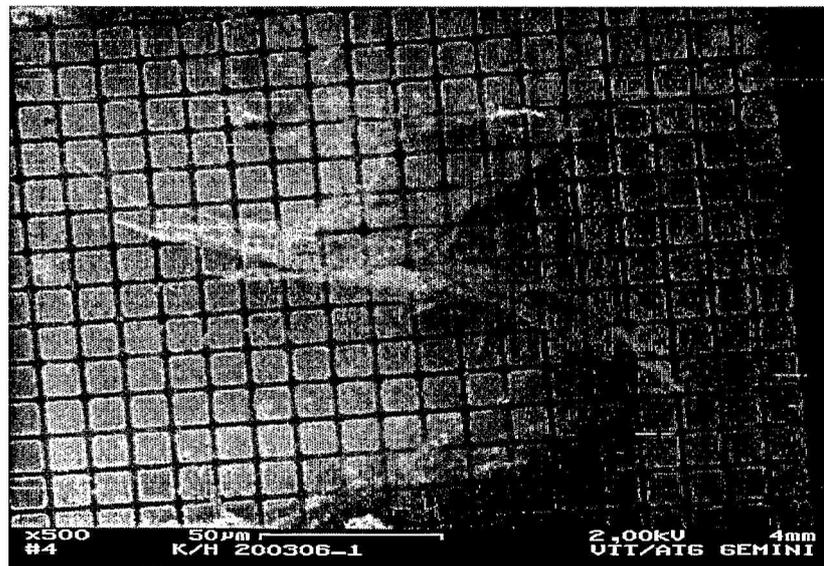


Figura 16b