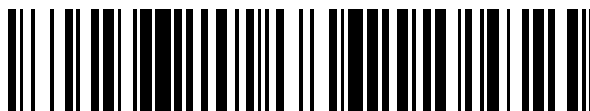


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 666**

51 Int. Cl.:

B05C 1/00 (2006.01)
B23P 5/00 (2006.01)
G01Q 70/12 (2010.01)
D01F 9/12 (2006.01)
B29C 70/38 (2006.01)
B65H 18/28 (2006.01)
C01B 32/05 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2014** **PCT/US2014/019503**
87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014** **WO14134484**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2014** **E 14756860 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018** **EP 2961535**

54 Título: **Dispensación basada en cartucho de películas de nanoestructura**

30 Prioridad:

28.02.2013 US 201361771072 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
16.04.2018

73 Titular/es:

N12 TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
85 Bolton Street
Cambridge, MA 02140, US

72 Inventor/es:

WILLIAMS, RYAN, D. y
DEGTIAROV, DAVID, A.

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 663 666 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

Dispensación basada en cartucho de películas de nanoestructura.

5 **Antecedentes**

La presente divulgación se refiere generalmente a un sistema para dispensar nanoestructuras según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento para dispensar nanoestructuras según el preámbulo de la reivindicación 9. Se refiere más específicamente a un procedimiento y un aparato para dispensar nanoestructuras tales como nanotubos que pueden alinearse y utilizar un cartucho o casete provisto de una cinta de sustrato flexible que aloja las nanoestructuras.

Las películas de nanoestructura, incluyendo las películas de nanotubo de carbono (CNT), presentan una morfología sensible y muchas propiedades finales de materiales compuestos que incluyen las películas de nanotubo dependen de mantener la morfología de las nanoestructuras en su construcción. En particular, pueden disponerse nanoestructuras en las que los ejes largos de las nanoestructuras están sustancialmente alineados entre sí en una gran agrupación, en que las nanoestructuras son paralelas entre sí, formando de ese modo un "bosque" de nanoestructuras. Cuando se utilizan nanoestructuras para construir materiales compuestos tales como nanomateriales compuestos o plásticos reforzados con fibra, determinados tipos de materiales se benefician de un bosque de nanoestructuras con respecto al refuerzo direccional. Por consiguiente, mantener la alineación y la orientación espacial del grupo de nanoestructuras paralelas durante un procedimiento de fabricación de material compuesto puede ser un objetivo importante para producir materiales compuestos con refuerzo direccional específico. En particular, mantener la alineación de las nanoestructuras paralelas de manera que se dispersen de manera uniforme y no paralela a la superficie de contacto de las capas o láminas de material compuesto es de particular interés. Esta disposición se considera comúnmente dirección z o refuerzo interlaminar en materiales compuestos.

Se conocen diversas técnicas para alinear y agrupar nanoestructuras en paralelo. Por ejemplo, la patente US n.º 6.892.432 comenta la alineación de nanotubos en paralelo de un borde de cuchilla. Además, se conoce el transporte de nanotubos en un recipiente sellado. Por ejemplo, el documento WO 2012011624 comenta un recinto que puede utilizarse para alojar y transportar nanotubos en un entorno sellado. También se conoce dispensar nanotubos que se dispersan en diversos medios, incluyendo líquidos, tal como se describe en la patente US n.º 7.842.522, que comenta la deposición de tinta de nanotubo utilizando un dispositivo tal como una impresora de chorro de tinta. Sin embargo, pese a los avances en la tecnología de nanotubos descrita anteriormente, continúa presentándose el reto de cómo alojar y transportar y dispensar nanotubos que están alineados entre sí y agrupados en paralelo a la vez que se protegen contra problemas ambientales, de salud o de seguridad, reales o percibidos, en cuanto al manejo de material de nanotubo.

El documento US 2012/0251432 A1 divulga un procedimiento para producir nanotubos de carbono sustancialmente alineados mediante depósito sobre un sustrato que se mueve continuamente en un vacío o vacío ultra alto. El sustrato con las nanoestructuras puede enrollarse sobre un mandril o carrete de recogida. Los documentos US 7.160.531 B1 y WO 2011/106109 A2 dan a conocer procedimientos y sistemas adicionales para producir materiales nanoestructurados.

45 **Sumario**

Según la presente divulgación, se presentan sistemas y procedimientos para el alojamiento, transporte y dispensación de material de nanoestructura que pueden mantener la morfología de las nanoestructuras. Estos objetos se alcanzan mediante las características del sistema según la reivindicación 1 y las características del procedimiento según la reivindicación 9. Por ejemplo, nanotubos de carbono (CNT) donde los ejes largos están alineados en paralelo entre sí pueden mantenerse en una configuración espacial. Las nanoestructuras se disponen sobre un sustrato flexible que puede enrollarse en un rollo que representa una conformación compacta que permite que el sustrato se alimente a una aplicación para depositar las nanoestructuras a una diana deseada. El sustrato puede estar provisto de bordes elevados que desvían una superficie del sustrato de una superficie posterior del sustrato tras enrollarse en un rollo para proteger la alineación de nanoestructura de daño o desalineación. El sustrato enrollado con nanoestructuras dispuestas en el mismo puede disponerse en un casete que puede sellarse para protegerse contra problemas ambientales, de salud o de seguridad, reales o percibidos, en cuanto al manejo del material de nanoestructura. El sustrato puede indexarse en el casete para permitir que las nanoestructuras dispuestas sobre el sustrato se desplieguen a un objeto o material a la vez que se mantiene la alineación paralela de las nanoestructuras.

Según un aspecto de la divulgación, se dispensan películas de nanoestructura utilizando un sistema de cartucho y cinta. Tras el crecimiento de la nanoestructura, las películas de nanoestructura se transfieren a una película o medio de soporte, creando una cinta de nanoestructura. El medio de soporte puede contener un material de borde o espaciado que protege la película de nanoestructura y permite que se recoja (que se enrolle) formando rollos. La cinta de nanoestructura se coloca en un cartucho o casete diseñado para colocarse en máquinas de

disposición de cinta automática o de colocación de fibra automatizada o utilizadas comúnmente en la industria de fabricación de material compuesto. Según otro aspecto, el casete o cartucho se diseña para utilizarse con un dispositivo manual para la estratificación manual de materiales compuestos.

Según otro aspecto, se suministran películas de nanoestructura a un sustrato flexible donde las nanoestructuras se alinean en una dirección alejándose de una superficie del sustrato, por ejemplo, “de pie” sobre el sustrato, denominada en ocasiones una dirección z, o pueden tumbarse horizontalmente u orientarse aleatoriamente en la película proporcionada al sustrato. Las películas de nanoestructura, que pueden estar compuestas por nanotubos de carbono, pueden contener o no un sistema de resina tal como un material de resina epoxídica. La película de nanoestructura se transfiere a un medio de soporte retirable tal como politetrafluoroetileno, poliimida, poliéster, poliacrilamida, poli(cloruro de vinilo), poliuretano, un papel, una lámina de metal, un polímero, una película de metal, una película de papel, revestimiento de liberación, celofán, papel kraft recubierto con arcilla, polipropileno, papel cristal, polietileno, silicona u otros materiales de fabricación compuestos utilizados comúnmente.

Según otro aspecto, el cartucho o casete permite que se proteja el bosque de nanoestructuras durante el transporte a un sitio de fabricación de material compuesto sin dañar las nanoestructuras ni su morfología. La dispensación controlada del bosque de nanoestructuras permite que el material se deposite de una manera precisa, controlada y repetible, garantizando la transferencia, cobertura, uniformidad y morfología adecuadas. El sistema de cartucho garantiza el confinamiento de la película de nanoestructura, la protección del usuario de la exposición y la protección del bosque de nanoestructuras de la exposición.

Según otro aspecto, el cartucho o casete consiste en un recinto que aloja una bobina de sustrato flexible y una película de nanoestructura dispuesta sobre el mismo. Según un aspecto particular, el cartucho o casete incluye un carrete de suministro y recogida, con la cinta de nanoestructura no utilizada, que incluye el sustrato flexible y la película de nanoestructura dispuesta sobre el mismo, que están colocados sobre el carrete de suministro. Un sistema de rodillos internos para tensionado y colocación guía la cinta de nanotubo hacia un cabezal de dispensación. En el cabezal de dispensación, la película de nanotubo se coloca en contacto con un objeto externo. El objeto externo puede ser una superficie preimpregnada, material compuesto, película adhesiva, superficie de metal, o cualquier otro material u objeto al que puede aplicarse la película de nanoestructura. Durante la deposición, la película de nanoestructura se transfiere al objeto externo y se separa del medio de soporte. Puede aplicarse distancia y/o presión controlada por el cabezal de dispensación para ayudar en la adhesión de la película de nanotubo al objeto externo. El medio de soporte se recoge en un carrete de recogida tras la separación de la película de nanoestructura. El cartucho o casete puede estar provisto de recursos para gestionar partículas flotantes, tales como boquillas de vacío y/o cuchillas de aire.

Según otro aspecto, un casete está provisto de una bobina de cinta de nanoestructura, que está compuesta por un sustrato flexible y una película de nanoestructura dispuesta sobre el mismo. La cinta de nanoestructura se alimenta a partir del casete para permitir la aplicación de la película de nanoestructura a un objeto o material separando la película de nanoestructura del sustrato flexible, que se recoge mediante un carrete separado que puede ser interno o externo al casete. Según este aspecto, el casete puede utilizarse con un dispositivo de estratificación manual para disponer una película de nanoestructura sobre un objeto o material.

Según otro aspecto, el casete puede estar provisto de varios controles y accionadores para controlar la cinta de nanoestructura y la dispensación de la película de nanoestructura. El casete también puede estar provisto de una superficie de contacto para comunicarse con una maquinaria automatizada para la disposición de cintas o la colocación de fibras. La superficie de contacto permite el intercambio de datos, incluyendo instrucciones y parámetros para realizar funciones que pueden llevarse a cabo por controladores o accionadores en el casete, o por la maquinaria automatizada conjuntamente con el casete. Por ejemplo, las funciones que el casete puede realizar pueden incluir: hacer avanzar/rebobinar la cinta, dispensar la cinta, detener/iniciar, aplicar calor, acelerar/ralentizar, acercar/alejar, y cualquier otro tipo de función que pueda utilizarse para controlar la cinta de nanoestructura o despliegue de la película de nanoestructura.

Según otro aspecto, la cinta de nanoestructura está provista de unos bordes elevados para proteger la película de nanoestructura cuando la cinta se enrolla formando una bobina o rollo. Los bordes de la cinta están desviados de la superficie de la cinta en el mismo lado o en el opuesto en el que está dispuesta película de nanoestructura a una distancia que es mayor que la altura de las nanoestructuras de pie sobre la cinta o sustrato flexible. En la preparación de una deposición de la película de nanoestructura a un material u objeto y la separación de la película de nanoestructura del medio de soporte, los bordes elevados de la cinta o sustrato flexible pueden retirarse o no para permitir que una región superior de la película de nanoestructura se coloque en contacto con un material u objeto sobre el que va a disponerse. Según este aspecto, los bordes elevados pueden estar compuestos por bandas que pueden despegarse de la cinta, o cortarse de los bordes de la cinta antes de exponer la región superior de la película de nanoestructura al objeto o material sobre el que va a disponerse.

Según otro aspecto, los bordes elevados de la cinta se calibran para que tengan de manera aproximada o precisa la altura de la película de nanoestructura. Con este aspecto, los bordes elevados de la cinta pueden

formarse inicialmente para estar más altos que la altura de la película de nanoestructura para obtener un hueco o espacio entre las capas de la cinta y la película de nanoestructura en una configuración apilada o bobinada. Tras el inicio de la operación de estratificación para disponer la película de nanoestructura sobre un objeto o material, los bordes elevados pueden acortarse hasta una altura deseada para actuar como un separador para medir el espaciado apropiado de la cinta de nanoestructura de la superficie del objeto o material al que va a aplicarse la película de nanoestructura. Con esta configuración, los bordes elevados pueden realizar una función de espaciado para la película de nanoestructura para permitir que la película de nanoestructura se transfiera al objeto o material sin dañar la alineación o morfología de las nanoestructuras en la película de nanoestructura.

Se pretende que el término "película de nanoestructura" tal como se utiliza en la presente memoria describa una capa de material que puede incluir diversos materiales diferenciados, incluyendo nanoestructuras compuestas por diversos materiales, nanotubos de carbono, nanohilos o nanofibras. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "nanoestructura" se refiere a estructuras químicas alargadas que presentan un diámetro del orden de nanómetros y una longitud del orden de micrómetros a milímetros, dando como resultado una razón de aspecto de 10, 100, 1000, 10.000 o mayor. La película puede ser "seca", o estar compuesta por nanoestructuras solas, o puede estar compuesta por nanoestructuras incluidas en diversos medios, incluyendo resinas o resinas epoxídicas u otro material adecuado para alojar nanoestructuras aprovechándose de una o más de las características particulares de las nanoestructuras.

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

A continuación se describen en mayor detalle diversas formas de realización de la presente divulgación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de un casete para el alojamiento y la dispensación de una película de nanoestructura según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 2 es una vista en la sección transversal de una cinta de nanoestructura según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 3 es una vista en la sección transversal de una parte de un rollo de cinta que muestra secciones de cinta de nanoestructura en una configuración apilada dentro de un rollo de cinta, según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 4 es una vista en alzado de un dispositivo de estratificación manual que incorpora un casete según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema de control para controlar la velocidad y/o la posición de la cinta según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema de control para controlar una distancia entre una parte de cinta de nanoestructura y un objeto o material al que va a aplicarse una película de nanoestructura a partir de la cinta de nanoestructura según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para fabricar un casete según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación; y

la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para utilizar un casete que aloja una cinta de nanoestructura para dispensar una película de nanoestructura a un objeto o material según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación.

Descripción detallada de la invención

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional estadounidense n.º 61/771.072, presentada el 28 de febrero de 2013 y titulada "METHOD AND APPARATUS FOR CARTRIDGE-BASED DISPENSING OF ALIGNED CARBON NANOTUBE FILMS," cuyo contenido en su totalidad se incorpora a la presente memoria como referencia.

Según la presente divulgación, se proporcionan procedimientos y sistemas para el alojamiento, transporte y dispensación de películas de nanoestructura. Según algunas formas de realización, un casete está provisto de un rollo de cinta al que se ha transferido previamente una película de nanoestructura. El casete se utiliza para dispensar la película de nanoestructura indexando el rollo de cinta y situando partes de la cinta indexada en proximidad con un objeto o material al que va a aplicarse la película de nanoestructura. El casete está diseñado para controlarse por una máquina de disposición de cinta automatizada (ATL) o colocación de fibra automatizada (AFP), o emplearse con un dispositivo manual de disposición de cinta o colocación de fibra para la operación de estratificación manual.

La cinta está construida para presentar bordes elevados que funcionan como un separador para proteger la película de nanoestructura sobre la cinta cuando la cinta se enrolla en un rollo. Esta configuración de cinta permite el almacenamiento, el transporte y la protección de película de nanoestructura de alta densidad a la vez que se mantiene la integridad de la película de nanoestructura.

La película de nanoestructura descrita en la presente divulgación puede estar compuesta por nanoestructuras de cualquier composición, incluyendo nanotubos de carbono, nanohilos, o nanofibras, dispuestas en diversas alineaciones, configuraciones o en orientación aleatoria. La película de nanoestructura puede estar compuesta por nanoestructuras “secas”, por ejemplo, nanoestructuras solas, o como nanoestructuras dispersas en un medio que dota potencialmente a la película de nanoestructura de propiedades deseadas. Por ejemplo, la película de nanoestructura puede estar compuesta por nanoestructuras secas o nanoestructuras con un sistema de resina, tal como un material de resina epoxídica. La película de nanoestructura puede estar construida para mantener una morfología particular, tal como proporcionando nanoestructuras en una disposición “de pie” alineada verticalmente, denominada en ocasiones una dirección z, de manera que las nanoestructuras están alineadas y son paralelas como un “bosque” de nanoestructuras y no son paralelas a la superficie de la cinta a la que se transfieren. La película de nanoestructura puede estar compuesta por nanoestructuras tumbadas horizontalmente o nanoestructuras orientadas aleatoriamente para obtener características particulares para la película tras disponerse sobre un material u objeto durante un procedimiento de estratificación.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, se ilustra un casete 100 según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación. El casete 100 incluye dos carretes, un carrete de suministro 102 y un carrete de recogida 104. Los carretes 102, 104 giran cada uno en un sentido antihorario, y puede accionarse cualquiera o ambos carretes 102, 104. Debe entenderse que pueden cambiarse las posiciones de los carretes de suministro 102, 104, y que también puede invertirse el sentido de rotación, de manera que puede implementarse el funcionamiento del casete 100 en cualquier orientación o dirección deseada particular.

El casete 100 se ilustra que está en un estado completamente abastecido con un rollo 106 completo de cinta 110 de nanoestructura que está lista para indexarse al carrete de recogida 104 en un procedimiento de dispensación de nanoestructura. Una abertura 108 está prevista en una posición adecuada en el casete 100 para exponer externamente una película de nanoestructura dispuesta sobre la cinta 110, para permitir que la película de nanoestructura se aplique a un objeto o material 120. Para el almacenamiento, transporte o protección frente a exposición, la abertura 108 puede cubrirse con una estructura de sellado retirable (no mostrada) tal como una cinta o película o tapón de plástico para sellar la abertura 108 y contribuir a mantener el casete 100 como un entorno interno sellado. Tras el despliegue, tal estructura de sellado puede retirarse para exponer la película de nanoestructura sobre la cinta 110 a través de la abertura 108 para aplicación externa.

El casete 100 incluye un cabezal 130 de dispensación que está posicionado en las proximidades de la abertura 108 y en un lado interno de la cinta 110, por ejemplo, opuesto al lado que porta la película de nanoestructura. El cabezal 130 de dispensación está acoplado a un accionador (no mostrado) que puede controlar la posición del cabezal 130 de dispensación para permitir que el cabezal 130 de dispensación se mueva acercándose a y alejándose de la abertura 108. En particular, el cabezal 130 de dispensación puede utilizarse para controlar la posición de presentación de la cinta 110 que se indexa por la abertura 108 para permitir que la película de nanoestructura sobre la cinta 110 se dispense a través de la abertura 108 mediante el contacto con el objeto o material 120. Por consiguiente, el cabezal 130 de dispensación puede sobresalir a través de la abertura 108 para proporcionar la colocación deseada para la cinta 110 cuando la cinta 110 se indexa mediante la abertura 108.

La activación y el desplazamiento del cabezal 130 de dispensación pueden controlarse mediante un sistema de control proporcionado en el casete 100 que utiliza un sensor de medición de distancia, comentado en mayor detalle a continuación, para medir una distancia entre la cinta 110 y el objeto o material 120. La distancia medida detectada por el sensor se proporciona al sistema de control de activación y desplazamiento que controla la posición del cabezal 130 de dispensación para hacer que el cabezal 130 de dispensación mantenga una distancia especificada entre la cinta 110 y el objeto o material 120, y/o una presión especificada sobre la cinta 110, poniendo en contacto y colocando la cinta 110 a través de la abertura 108. El sistema de control para el cabezal 130 de dispensación, que incluye un sensor de distancia y/o un sensor de presión y accionador puede ubicarse en su totalidad o en parte dentro del casete 100, e impulsado internamente con una fuente de alimentación eléctrica, tal como una batería, o puede ubicarse en su totalidad o en parte en una máquina ATL o AFP para realizar las funciones de control con respecto al cabezal 130 de dispensación para controlar la distancia y/o la presión de la cinta 110 con respecto al objeto o material 120.

El casete 100 incluye varios rodillos 132 internos que ayudan en la colocación de la cinta 110 y/o contribuyen a mantener una tensión deseada para la cinta 110. Por ejemplo, uno o más de rodillos 132 pueden desplazarse sobre una estructura elástica, tal como un resorte o tensor activo, para proporcionar una fuerza de empuje contra la cinta 110 a medida que la cinta 110 se indexa. Además, o alternativamente, los carretes 104 y/o 102 pueden accionarse e inspeccionarse con un sensor de tensión para determinar una realimentación de tensionado para el accionamiento de uno o ambos carretes 102, 104. Un sistema de control de tensionado de este tipo puede

proporcionarse en su totalidad o en parte internamente en el casete 100 junto con una fuente de alimentación interna, tal como una batería, o puede proporcionarse en su totalidad o en parte externamente, tal como en una máquina ATL o AFP en la que está instalada el casete 100. Debe entenderse que los rodillos 132 también pueden eliminarse del casete 100 y suministrarse por una máquina externa en la que se despliega el casete 100.

El casete 100 también puede estar provisto de diversos sensores o accionadores para obtener funciones deseadas para una operación de estratificación que implica la película de nanoestructura sobre la cinta 110. Por ejemplo, puede proporcionarse una fuente 140 de calor para calentar la cinta 110 u objeto o material 120 para contribuir a la liberación de la película de nanoestructura de la cinta 110, y/o a la adherencia de la película de nanoestructura al objeto o material 120. Al igual que con los otros sistemas de control comentados anteriormente, un sistema de control para una fuente 140 de calor puede estar autocontenido en su totalidad o en parte en el casete 100, o proporcionarse en su totalidad o en parte por maquinaria externa. La fuente 140 de calor también puede ubicarse en su totalidad o en parte en el casete 100 o en maquinaria externa y hacerse funcionar según perfiles de control deseados para obtener características de operación de estratificación deseadas.

También puede proporcionarse un sensor 142 al casete 100 o a maquinaria externa para obtener diversa funcionalidad de detección para un procedimiento de estratificación. Por ejemplo, el sensor 142 puede detectar diversos fenómenos físicos, tales como la distancia entre él mismo y el objeto o material 120, y/o puede dotarse con capacidad de detección de temperatura para detectar una temperatura del objeto o material 120. Además, o alternativamente, el sensor 142 puede detectar la posición del casete 100 con respecto a películas de nanoestructura dispuestas previamente, para permitir que el casete 100 y la abertura 108 se sitúen según se desee para obtener las características de disposición especificadas para las películas de nanoestructura depositadas sobre el objeto o material 120. El sensor 142 puede utilizarse, por tanto, en los sistemas de control comentados anteriormente para controlar la posición del cabezal 130 de dispensación, una salida de la fuente 140 de calor, la velocidad o la posición de la cinta 110, cuando se accionan por los carretes 102 y/o 104. El sensor 142 puede implementarse según cualquier técnica deseada que proporcione una sensibilidad deseada. Por ejemplo, el sensor 142 puede implementarse como un sensor óptico, sensor de láser, sensor de microscopía, sensor acústico, sensor de inspección de visión, o cualquier otro tipo de sensor adecuado para una aplicación dada.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se ilustra en mayor detalle una vista en la sección transversal de la cinta 110. La cinta 110 incluye un medio 210 de soporte sobre el que se dispone la película 220 de nanoestructura. El medio 210 de soporte está diseñado para permitir que la película 220 de nanoestructura se transfiera a la cinta 110, y pueda liberarse en una operación de dispensación, tal como puede implementarse con el cartucho 100 (figura 1) tal como se comentó anteriormente. El medio 210 de soporte puede estar compuesto por materiales tales como politetrafluoroetileno, poliimida, poliéster, poliacrilamida, poli(cloruro de vinilo), poliuretano, un papel, una lámina de metal, un polímero, una película de metal, una película de papel, revestimiento de liberación, celofán, papel kraft recubierto con arcilla, polipropileno, papel cristal, polietileno, silicona u otro material compuesto utilizado comúnmente a los que puede adherirse temporalmente la película 220 de nanoestructura y luego liberarse en una operación tal como puede implementarse en una operación de estratificación para la fabricación de materiales compuestos.

La cinta 110 incluye bordes 212 elevados que funcionan como separadores para proteger la película 220 de nanoestructura del impacto, la exposición o el daño. Los bordes 212 elevados pueden estar compuestos por el mismo material que el medio 210 de soporte o la cinta 110, y pueden aplicarse a la cinta 110 como bandas liberables. Por ejemplo, los bordes 212 elevados pueden aplicarse a la cinta 110 como bandas de material que se pretende que se adhieran temporalmente a la cinta 110, y retirarse antes de la deposición de la película 220 de nanoestructura en una operación de estratificación.

Según algunas formas de realización de la presente divulgación, la película 220 de nanoestructura se adhiere a un objeto o material, tal como el objeto o material 120 (figura 1) poniendo en contacto una superficie 222 superior de la película 220 de nanoestructura con el objeto o material. La superficie 222 superior se adhiere preferiblemente al objeto o material con una fuerza de adhesión más fuerte que la que se obtiene entre la película 220 de nanoestructura y el medio 210 de soporte, de manera que la película 220 de nanoestructura se libera del medio 210 de soporte para disponerse sobre el objeto o material. En una forma de realización de este tipo, la superficie 222 superior se coloca en contacto con el objeto o material según una distancia medida hasta la superficie del objeto o material, y/o según una presión especificada aplicada a la película 220 de nanoestructura. En una operación de este tipo, la superficie 222 superior entra en contacto con el objeto o material con mayor adhesión que la obtenida entre la película 220 de nanoestructura y el medio 210 de soporte para permitir que la película 220 de nanoestructura se libere del objeto o material. Pueden emplearse diversos catalizadores para contribuir a la liberación, tal como se comenta en mayor detalle a continuación.

Puesto que algunas formas de realización los bordes 212 elevados de la cinta 110 pueden impedir potencialmente que la superficie 222 superior entre en contacto con el objeto o material, pueden retirarse antes de disponer la película 220 de nanoestructura sobre el objeto o material. Los bordes 212 elevados pueden

retirarse según varias técnicas diferentes, que pueden depender de cómo se construyan los bordes 212 elevados. Por ejemplo, los bordes 212 elevados pueden cortarse, comprimirse, desprenderse de la cinta 110, fusionarse a o deformarse a partir de la película 220 de nanoestructura o la cinta 110. En el caso en el que los bordes 212 elevados se despegan, se proporcionan a la cinta 110 como bandas adheridas de manera liberable que pueden retirarse mecánicamente. En otro ejemplo, la parte de borde elevado de la cinta puede perforarse para ayudar en la retirada antes de la deposición. Otras técnicas de retirada corresponden a la construcción y la disposición de los bordes 212 elevados para permitir su retirada. Puede utilizarse cualquier técnica de fabricación conocida para formar bordes 212 elevados antes de su retirada posterior durante el proceso de deposición de la película 220 de nanoestructura. Por ejemplo, los bordes 212 elevados pueden estar compuestos por material ferromagnético que puede retirarse en presencia de un campo magnético, o puede cargarse eléctricamente y retirarse en presencia de un campo eléctrico. En general, puede emplearse cualquier tipo de procedimiento que permita que los bordes 212 elevados se dispongan sobre la cinta 110, y se retiren antes de la deposición de la película 220 de nanoestructura según estas formas de realización.

Debe entenderse que en algunas formas de realización, los bordes 212 elevados no se retiran de la cinta 110 antes de o durante la deposición de la película 220 de nanoestructura. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la película 220 de nanoestructura puede desplegarse a un objeto o material utilizando diversas fuerzas de empuje, incluyendo campos magnéticos o campos eléctricos, así como otras técnicas de atracción/repulsión para liberar la película 220 de nanoestructura del medio 210 de soporte.

Además, aunque en la figura 2 se ilustra que la película 220 de nanoestructura se extiende completamente entre los bordes 212 elevados, una disposición de este tipo no es necesaria o limitativa para la presente divulgación. Por ejemplo, la película 220 de nanoestructura puede disponerse sobre la cinta 110 en diversos patrones, incluyendo bandas, puntos o cualquier otro patrón deseado, no es necesario que entre en contacto con bordes 212 elevados. Por consiguiente, la película 220 de nanoestructura se ilustra en la figura 2 como una banda unificada que ocupa completamente el espacio entre los bordes 212 elevados simplemente para fines de ilustración, y no debe considerarse limitativa de la presente divulgación.

Además, aunque no se muestra en las figuras, la película 220 de nanoestructura puede ubicarse en un lado de la cinta 110 que es opuesto al lado donde se forman los bordes 212 elevados. Alternativamente, o además, la totalidad o partes de la cinta 110 pueden estar configuradas para presentar los diferentes bordes 212 elevados sobresaliendo del mismo lado o lados opuestos de la cinta 110. Una configuración de este tipo conserva la capacidad de desviación o espaciado de los bordes 212 elevados, a la vez que permite el despliegue flexible de la película 220 de nanoestructura.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se ilustra una sección 300 del rollo 106 (figura 1) de la cinta 110. La sección 300 ilustra una sección transversal de una parte del rollo 106 que muestra la cinta 110 dispuesta en capas enrollada sobre el rollo 106. Tal como se ilustra en la sección 300, los bordes 212 elevados actúan conjuntamente entre sí en las diversas capas de la cinta 110 para desviar la película 220 de nanoestructura del contacto con un lado inferior de la cinta 110. Según esta forma de realización, la película 220 de nanoestructura se protege del contacto, el daño o la exposición de un lado inferior de la cinta 110 u otros objetos externos, materiales o acontecimientos. En el caso en que la película 220 de nanoestructura esté compuesta por nanoestructuras de carbono que están alineadas en paralelo como un bosque de nanoestructuras de pie sobre la cinta 110, se impide la modificación de la alineación de las nanoestructuras y su morfología que de otro modo podría producirse con el contacto o el impacto de otros objetos o un lado inferior de la cinta 110. Debe entenderse que la película 220 de nanoestructura puede ubicarse en un lado inferior de la cinta 110, y protegerse del contacto o el impacto con un lado opuesto de la cinta 110 y también puede estar disponible para su disposición sobre un objeto o material sin retirar los bordes 212 elevados. Además, o alternativamente, puede disponerse una estructura similar a bordes 212 elevados en diversas ubicaciones sobre la cinta 110 para actuar como separador, tal como ubicándose en una zona central de la cinta 110 para proporcionar soporte adicional para la cinta e impedir de otro modo la desviación de la cinta para evitar el contacto entre la cinta y la película 220 de nanoestructura adyacente. Según una forma de realización de la presente divulgación, los bordes 212 elevados pueden adherirse a un lado inferior de la cinta 110, y despegarse o retirarse de la parte actual de la cinta 110 sobre la que se disponen cuando la cinta se desenrolla para exponerse a un objeto o material sobre el que va a depositarse la película de nanoestructura.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se ilustra un dispositivo 400 de estratificación manual. El dispositivo 400 puede utilizarse para estratificar manualmente películas de nanoestructura dispensadas a partir del cartucho 402 que está desplegado en el dispositivo 400. Debe indicarse que el cartucho 402, al igual que el casete 100 (figura 1) puede adoptar cualquier conformación adecuada, incluyendo ovalada, rectangular, trapezoidal o cualquier conformación útil que pueda adaptarse en un dispositivo de estratificación para la deposición de películas de nanoestructura sobre objetos o material. En la forma de realización ilustrada en la figura 4, el dispositivo 400 puede estar autocontenido y puede alimentarse con baterías para hacer funcionar el cartucho 402 y sus diversos sistemas para controlar una cinta de nanoestructura y la deposición de una película de nanoestructura a partir del cartucho 402. Tal como se comentó anteriormente, el cartucho 402 puede estar autocontenido, con una fuente de alimentación interna que puede utilizarse para alimentar los sistemas de control y accionadores o sensores

dentro del casete para controlar la velocidad, posición y tensión de la cinta, u otros parámetros de la cinta, y también sensores de energía que pueden estar contenidos dentro del cartucho 402, incluyendo los comentados anteriormente. Además, el dispositivo 400 o el cartucho 402 pueden alojar otros sistemas, tales como una fuente de calor, un sistema de inspección de visión, un sensor de distancia u otros sistemas comentados en la presente memoria que pueden emplearse en el control de la deposición de películas de nanoestructura a partir del casete 402.

Haciendo referencia ahora a la figura 5, se ilustra un diagrama de un sistema de control 500 para su utilización en una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación. El sistema de control 500 se proporciona para controlar la velocidad o la posición de una cinta según un comando de velocidad/posición 510, que puede originarse a partir de una máquina de estratificación basándose en, por ejemplo, la posición o velocidad de un cabezal de la máquina de estratificación que incorpora un casete según la presente divulgación. Un control de velocidad 512 y un control de tensión 514 utilizan el comando modificado de realimentación 510 para desarrollar una señal de control suministrada a un accionador 516 de cinta. El accionador 516 de cinta emite un control a un carrete de un cartucho o casete según la presente divulgación para accionar la cinta con una tensión, velocidad o posición deseadas, por ejemplo. Se toma una señal de realimentación 518 de la salida del accionador 516 de cinta y se proporciona a un sensor de posición/velocidad de realimentación 520 para obtener una señal de realimentación 522 que puede utilizarse para obtener un control de bucle cerrado para controlar la velocidad, posición o tensión de la cinta. La señal de realimentación 522 se suministra a un nodo de suma 524, donde se sustrae del comando 510 para obtener una nueva señal de control de velocidad/tensión que se suministra al control de velocidad 512 y el control de tensión 514. Debe entenderse que no es necesario que la señal 518 se tome de la salida del accionador 516 de cinta, sino que puede obtenerse por separado utilizando un sensor de posición/velocidad independiente que puede emitir la señal 518 al sensor de posición/velocidad 520 para producir la señal de realimentación 522. También debe entenderse que el sistema de control 500 puede ubicarse, en su totalidad o en parte, dentro de un cartucho o casete según la presente divulgación. Alternativamente, o además, el sistema de control 500 puede ubicarse en su totalidad o en parte en un dispositivo de estratificación que emplea un cartucho o casete según la presente divulgación para realizar operaciones de estratificación.

Haciendo referencia ahora a la figura 6, se ilustra un sistema de control 600 para controlar un cabezal de dispensación según la presente divulgación. El sistema de control 600 acepta un comando de distancia 610, que puede originarse a partir de un dispositivo de estratificación, que se aplica a un nodo de suma 624 para producir una señal de control suministrada a un control de cabezal de dispensación 610. El control de cabezal de dispensación 612 proporciona una configuración de control para controlar un cabezal de dispensación a través de un accionador 616 de cabezal de dispensación. Debe indicarse que el accionador 616 de cabezal de dispensación puede ubicarse en su totalidad o en parte o bien en un cartucho o casete según la presente divulgación, o bien en un dispositivo de estratificación que emplea el cartucho o casete según la presente divulgación. El accionador 616 de cabezal de dispensación proporciona activación de un cabezal de dispensación para ajustar una distancia y/o presión entre una cinta de nanoestructura y/o la película de nanoestructura y un objeto o material sobre el que va a depositarse la película de nanoestructura.

Se obtiene una señal de realimentación 618 de la salida del accionador 616 de cabezal de dispensación y se suministra al sensor de distancia 620 para su utilización en el desarrollo de una señal de realimentación 622. La señal de realimentación 622 se proporciona a la unión 624 de suma para obtener un control de realimentación de bucle cerrado para controlar la activación del cabezal de dispensación utilizado para controlar la distancia o la presión de la película de nanoestructura o la cinta de nanoestructura con respecto a un objeto o material sobre el que va a depositarse la película de nanoestructura. Debe entenderse que no es necesario que la señal de realimentación 618 se obtenga del accionador 616 de cabezal de dispensación, sino que puede proporcionarse por separado en una base independiente utilizando un sensor de distancia o sensor de presión. Los sensores de distancia que pueden emplearse para proporcionar la señal de realimentación 618 incluyen un sistema de inspección de visión, un sistema de medición de distancia óptico, que puede incluir un sistema de medición de distancia láser, un sistema de medición de distancia por microscopía, un sistema de medición de distancia acústico o cualquier otro tipo de sistema de medición de distancia. Los sensores de presión que pueden emplearse para proporcionar la señal de realimentación 618 incluyen transductores de presión acoplados al cabezal de dispensación o accionador del cabezal de dispensación o dispuestos entre un cabezal de dispositivo de estratificación y un objeto o material diana. En cualquier caso, pueden proporcionarse sensores que proporcionen la señal de realimentación 618 para controlar la activación del cabezal de dispensación.

Normalmente, se pretende que el sistema de control 600 sea relativamente sensible para permitir un control preciso de la distancia o la presión para el cabezal de dispensación, puesto que la película de nanoestructura puede tener una altura del orden de 15 micrómetros, por ejemplo, medida a través de su dimensión más pequeña, y puede requerirse que se sitúe con respecto a un objeto o material con una tolerancia de 1-2 micrómetros. Según algunas formas de realización, el sistema de control 600 puede requerirse para controlar la distancia o la presión aplicadas por el cabezal de dispensación para colocar la película de nanoestructura dentro de 5-10 micrómetros de una posición deseada para la deposición de la película de nanoestructura sobre el objeto o material deseado. Según otra forma de realización de la presente divulgación, un dispositivo de estratificación

automatizado o manual puede presentar un separador físico que se utiliza para suministrar la distancia deseada entre el cabezal de dispensación y el objeto o material al que va a aplicarse la película de nanoestructura. En una forma de realización de este tipo, la posición del cabezal de dispensación puede fijarse o regularse con respecto a una presión sola.

Haciendo referencia ahora a la figura 7, un diagrama de flujo 700 ilustra un procedimiento para fabricar la cinta de nanoestructura según una forma de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación. El procedimiento comienza con la formación de la cinta que va a utilizarse como sustrato flexible para alojar la película de nanoestructura. La cinta puede formarse para presentar bordes elevados, tal como se ilustra en el bloque 710. Debe entenderse que la cinta de nanoestructura puede dotarse de la película de nanoestructura, y dotarse posteriormente de bordes elevados tal como se ilustra en el bloque 710. El bloque 720 ilustra la transferencia de una película de nanoestructura sobre un medio de soporte liberable sobre la cinta en una ubicación entre donde se ubican o van a ubicarse los bordes elevados. Una locación de este tipo puede estar en cualquier lado de la cinta, por ejemplo, sin considerar un lado en el que estén situados los bordes elevados.

Una vez que la película de nanoestructura se dispone sobre la cinta sobre el medio de soporte, y se proporcionan los bordes elevados a la cinta, la cinta puede enrollarse en un rollo, tal como se ilustra en el bloque 730. Mediante el enrollamiento de la cinta en un rollo, la película de nanoestructura puede almacenarse de manera compacta y protegerse del daño o la exposición. Una vez que la cinta se forma en un rollo, puede colocarse en un casete, tal como se ilustra en el bloque 740. Debe entenderse que el casete en el que se coloca el rollo puede presentar un solo carrete para suministro, de manera que la cinta se retira del casete a medida que se utiliza, y se recoge externamente al casete. Alternativamente, el rollo puede colocarse en un casete con un carrete de recogida, de manera que la cinta utilizada se mantiene internamente al casete.

Haciendo referencia ahora a la figura 8, se ilustra un procedimiento para depositar una película de nanoestructura sobre un objeto o material con el diagrama de flujo 800. El procedimiento comienza con la colocación de un casete en un dispositivo de estratificación, tal como se ilustra en el bloque 810. El dispositivo de estratificación puede estar en una máquina ATL o AFP automatizada, o puede ser un dispositivo manual que permite operaciones de estratificación. Una vez que el casete se coloca en el dispositivo, se activa para comenzar el proceso de dispensación de la cinta de nanoestructura, tal como se ilustra en el bloque 820.

La activación del casete puede incluir proporcionar energía, comunicación y/o componentes utilizados para operar el casete en el dispositivo. Por ejemplo, el casete puede presentar una superficie de contacto para recibir señales eléctricas que pueden incluir la comunicación de comandos y perímetro o energía eléctrica para hacer funcionar los sistemas dentro del casete. Además, el dispositivo puede proporcionar diversos componentes al casete, incluyendo elementos tales como un control de tensión, velocidad o posición, un cabezal de dispensación y/o accionador de cabezal de dispensación, tensores de cinta, rodillos, dispositivos de retirada de bordes elevados, fuentes de calor, fuentes de campo eléctrico o magnético y diversos sensores para el control de los componentes de casete para la deposición de la película de nanoestructura.

Según la forma de realización ilustrada en la figura 8, la cinta de nanoestructura se dispensa retirando en primer lugar el borde elevado de la cinta de nanoestructura. Según algunas formas de realización comentadas anteriormente, la cinta de nanoestructura puede disponerse de manera que no sea necesario llevar a cabo la retirada de los bordes elevados de la cinta para exponer la película de nanoestructura para la deposición. Por consiguiente, la etapa de retirar los bordes elevados de la cinta de nanoestructura, tal como se ilustra en el bloque 830 de diagrama de flujo 800 puede ser opcional. Cuando la cinta de nanoestructura se indexa para permitir que se dispense la película de nanoestructura, se sitúa con el cabezal de dispensación, tal como se ilustra en el bloque 840. Entonces se indexa la cinta de nanoestructura a medida que el dispositivo de estratificación se mueve en relación con el objeto o material sobre el que va a depositarse la película de nanoestructura. Cuando el dispositivo de estratificación proporciona un movimiento relativo de este tipo, se controla la indexación de la cinta para disponer la película de nanoestructura conjuntamente con el cabezal de dispensación según se desee para hacer que la película de nanoestructura se deposite sobre el objeto o material, tal como adhiriéndola al objeto o material, tal como se ilustra en el bloque 850. Cuando la película de nanoestructura se coloca en contacto con el objeto o material, se separa de la cinta liberándola del medio de soporte liberable, tal como se ilustra en el bloque 860. La cinta utilizada, una vez que la película de nanoestructura se deposita sobre el objeto o material, se recoge en el carrete de recogida, que puede ser interno o externo al casete, según una o más formas de realización de la presente divulgación. En el bloque 870 del diagrama de flujo 800A se ilustra una etapa de recogida de la cinta utilizada.

En la configuración en la que el casete presenta un solo carrete de suministro, y la cinta utilizada se recoge en un carrete externo, el casete puede desplegarse al presentar una sección de guía que se extiende desde el casete, que se enrosca en el dispositivo de estratificación que hará funcionar el casete. Según una forma de realización de este tipo, el dispositivo de estratificación puede operar para controlar la velocidad, posición y/o tensión de la cinta externamente al casete, así como para proporcionar funcionalidad adicional para controlar el funcionamiento del casete. Por ejemplo, el casete puede configurarse para alojar el rollo de cinta de nanoestructura solo, sin necesidad de una superficie de contacto u otros componentes del sistema control, de

manera que el casete es de diseño simplificado, a la vez que obtiene las ventajas de conservación de la morfología, almacenamiento y transporte, y a la vez que se proporciona protección eficaz de la exposición de la película de nanoestructura a entornos no deseados, tales como humedad, y evitando la exposición a individuos para reducir o eliminar los problemas de salud o seguridad.

La presente divulgación proporciona un aparato de cartucho que contiene y protege una película de nanoestructura, que puede ser un material de nanotubo de carbono (CNT) para la utilización directa y conveniente en máquinas de estratificación automatizadas o manuales. La película de nanoestructura, que puede incluir cualquier tipo de composición de nanoestructura, incluyendo CNT, se protege del daño y protege a un usuario de la exposición para reducir o eliminar problemas ambientales, de salud o seguridad, reales o percibidos, asociados con el manejo del material de nanoestructura.

Según algunas formas de realización, el cartucho puede ser manual para utilizarse manualmente para aplicar la película de nanoestructura a un objeto o material, o puede instalarse en una máquina ATL o AFP para operaciones de estratificación automatizadas. El cartucho o casete puede aceptar instrucciones electrónicas de la maquinaria de ATL/AFP para realizar funciones tales como hacer avanzar/rebobinar la cinta, dispensar la cinta, detener/iniciar, aplicar calor, acelerar/ralentizar, acercar, alejar, etc. El cartucho o casete puede tener varias superficies de contacto diferentes, incluyendo superficies de contacto de comunicaciones para intercambiar instrucciones o parámetros, y superficies de contacto de energía para recibir energía eléctrica. El casete también puede tener superficies de contacto para alojar fluido comprimido, tal como aire, o un suministro de fluido para hacer funcionar equipos neumáticos. El casete también está configurado para alojar diversos componentes de control, incluyendo husillos, cabezales de dispensación, rodillos, fuentes de calor, sensores u otros dispositivos para contribuir al funcionamiento del casete y la dispensación de la película de nanoestructura.

Según algunas formas de realización, el objeto o material al que se aplica la película de nanoestructura presenta un recubrimiento de resina, al que se adhiere la película de nanoestructura con mayor fuerza que el medio de soporte retirable de la cinta para permitir la transferencia de la película de nanoestructura al objeto o al material. El cartucho o casete puede dotarse de, o utilizarse conjuntamente con uno o más de entre una fuente de calor ajustable, una fuente de presión ajustable, una fuente de vacío ajustable, un tensor ajustable, así como un elemento de corte para cortar película o cinta o ambas, para contribuir a transferir eficazmente la película de nanoestructura al objeto o material diana.

La película de nanoestructura puede estar compuesta únicamente por nanoestructuras de cualquier tipo, incluyendo nanotubos de carbono, proporcionados en una alineación u orientación particular, incluyendo un bosque paralelo alineado verticalmente, una alineación horizontal tumbada o una orientación aleatoria. Según algunas formas de realización, la cinta puede estar provista o no de bordes elevados. En algunas formas de realización, los bordes elevados de la cinta pueden ayudar a conservar la alineación de las nanoestructuras en la película de nanoestructura, mientras que en otras formas de realización, tales bordes elevados pueden eliminarse potencialmente, tal como en el caso de algunas películas de nanoestructura orientadas aleatoriamente.

La película de nanoestructura puede componerse de una película de soporte, película de resina y nanoestructuras, o cualquier combinación de estos tres componentes. Puede proporcionarse una película de resina que se compone de material termoestable o termoplástico utilizado comúnmente, por ejemplo, bismaleimidas (BMI), resina epoxídica (epóxido), resina fenólica (PF), poliéster (UP), poliimida, poliuretano (PUR), silicona o material acrílico, nailon, polibencimidazol, polipropileno, poliestireno, polietileno, poli(cloruro de vinilo), teflón de PTFE.

Según algunas formas de realización, la película de soporte se despegue de la película de nanoestructura, dejando las nanoestructuras, tales como CNT, alineadas y unidas al objeto o material. La película de soporte puede componerse de politetrafluoroetileno, poliimida, poliéster, poliacrilamida, poli(cloruro de vinilo), poliuretano, un papel, una lámina de metal, un polímero, una película de metal, una película de papel, revestimiento de liberación, celofán, papel kraft recubierto con arcilla, polipropileno, papel cristal, polietileno, silicona, o cualquier otra variedad de polímero, metal o película de papel que sea adecuada para su utilización como película de soporte para medio de soporte retirable.

Según algunas formas de realización, la película de nanoestructura se pone en contacto con un sustrato, objeto o material diana y las nanoestructuras, que pueden incluir CNT, se unen al objeto o material diana a la vez que se mantiene la alineación, tal como una alineación en paralelo de pie desde el objeto o material diana. El papel de soporte se desprende de la película de nanoestructura en contacto con el objeto o material diana y se recoge. El objeto o material diana puede componerse de un sustrato que es una parte de material compuesto de polímero reforzado con fibra.

Según algunas formas de realización, el objeto o material diana se calienta mediante una fuente de calor contenida en el casete o la maquinaria de estratificación o en otra parte para controlar la adhesividad o pegajosidad del objeto o material diana, que puede incluir una capa o resina que responde al calor para

presentar adhesividad o pegajosidad modificada. Alternativamente, o además, la temperatura de la cinta de nanoestructura puede modularse para contribuir a liberar la película de nanoestructura de la cinta.

5 Según algunas formas de realización, la película de nanoestructura o la cinta de nanoestructura puede cortarse o conformarse para dar como resultado un patrón o geometría particular depositada sobre el objeto diana.

10 La presión a la que se aplica la película de nanoestructura al objeto o material diana, así como la distancia de la cinta desde una superficie del objeto o material diana, se controla en tiempo real para obtener un resultado de estratificación deseado para la película de nanoestructura. Por ejemplo, una superficie de la película de nanoestructura puede representar las partes superiores de las nanoestructuras en un bosque de nanoestructuras alineadas, partes superiores que se desea que se adhieran al objeto o material diana, de manera que tras la liberación del medio de soporte retirable, las nanoestructuras mantienen su alineación vertical en paralelo de pie sobre la superficie del objeto o material. Según una forma de realización, la presión y/o la distancia se controla de manera que la parte superior del bosque de nanoestructuras solo toca el objeto o material diana, y se
15 transfiere sin aplastar ni golpear sobre las nanoestructuras o el bosque de nanoestructuras.

Según algunas formas de realización, las nanoestructuras se hacen crecer y se transfieren al medio de soporte o película para crear una cinta de nanoestructura. Durante tales procedimientos de crecimiento y transferencia, las partes de la cinta que están dañadas o son de calidad deficiente pueden marcarse físicamente o a través de
20 otras marcas, incluyendo marcas electrónicas, de manera que esas partes de la cinta de nanoestructura pueden omitirse durante el procedimiento de deposición, de manera que se logra un nivel deseado de control de calidad para la colocación de la película de nanoestructura sobre el objeto o material diana.

Según algunas formas de realización, puede proporcionarse una fuente de calor a la cinta de nanoestructura para contribuir a liberar la película de nanoestructura de la cinta. También pueden proporcionarse recursos al casete o la maquinaria en los que el casete se despliega para gestionar las partículas flotantes, tal como recogiendo el material de nanoestructura libre o suelto, lo que puede lograrse con componentes tales como boquillas de vacío y/o cuchillas de aire.

30 Los sistemas y procedimientos de la presente divulgación obtienen varias ventajas para manejar películas de nanoestructura y su utilización en operaciones de estratificación. Por ejemplo, los casetes o cartuchos dados a conocer permiten facilidad de transporte, almacenamiento y envío del material de nanoestructuras, incluyendo bosques de nanotubos de carbono. La formación controlada de la cinta de nanoestructura, y la dispensación regulada de la misma, permiten la deposición repetible y controlada del material de nanoestructura, incluyendo
35 bosques de nanotubos de carbono, a objetos o material a la vez que se mantiene la alineación de las nanoestructuras. Los cartuchos y/o casetes dados a conocer actualmente pueden sellarse para proteger el material de nanoestructura, y para evitar exponer al operario al material de nanoestructura. El material de nanoestructura alojado en un cartucho permite el suministro rápido y fácil de la película de nanoestructura a maquinaria de disposición de cinta automática con la instalación del cartucho. El cartucho sellado también puede
40 proteger el material de nanoestructura de influencias externas, incluyendo la humedad. El cartucho que aloja una película de nanoestructura sobre un sustrato flexible, tal como una cinta, proporciona un dispositivo intermedio mediante el cual las películas de nanoestructura tomadas de un sustrato de crecimiento pueden conservarse, almacenarse, transportarse y aplicarse posteriormente a un objeto o material diana en procedimientos de fabricación comunes de material compuesto, por ejemplo, para simplificar y mejorar enormemente el
45 procedimiento de fabricación de material compuesto utilizando material de nanoestructura.

Las operaciones en la presente memoria representadas y/o descritas en la presente memoria son meramente a modo de ejemplo y no implican orden particular. Además, las operaciones pueden utilizarse en cualquier secuencia cuando resulte apropiado y pueden utilizarse parcialmente. Con las formas de realización anteriores en mente, debe entenderse que pueden emplearse diversas operaciones implementadas por ordenador que implican datos transferidos o almacenados en sistemas informáticos. Estas operaciones son las que requieren manipulación física de cantidades físicas. Habitualmente, aunque no necesariamente, esas cantidades adoptan la forma de señales eléctricas, magnéticas u ópticas que pueden almacenarse, transferirse, combinarse, compararse y manipularse de otro modo.

55 Cualquiera de las operaciones representadas y/o descritas en la presente memoria que forman parte de las formas de realización son operaciones de máquina útiles. Las formas de realización también se refieren a un dispositivo o a un aparato para realizar estas operaciones. El aparato puede construirse especialmente para el fin requerido, o el aparato puede emplear un ordenador de utilización general activado y configurado selectivamente mediante un programa informático almacenado en el ordenador. En particular, pueden utilizarse diversas máquinas de utilización general que emplean uno o más procesadores acoplados a uno o más medios legibles por ordenador, descritos a continuación, con programas informáticos escritos según las enseñanzas en la presente memoria, o puede ser más conveniente construir un aparato más especializado para realizar las operaciones requeridas.

65

Los sistemas y procedimientos dados a conocer también pueden incorporar código legible por ordenador en un medio legible por ordenador. El medio legible por ordenador es cualquier dispositivo de almacenamiento de datos que puede almacenar datos, que después pueden leerse por un sistema informático. Los ejemplos del medio legible por ordenador incluyen discos duros, memoria de sólo lectura, memoria de acceso aleatorio, CD-ROM, CD-R, CD-RW, cintas magnéticas y otros dispositivos de almacenamiento de datos ópticos y no ópticos. El medio legible por ordenador también puede distribuirse sobre un sistema informático acoplado a red de manera que el código legible por ordenador se almacena y se ejecuta de manera distribuida.

La descripción anterior se ha referido a formas de realización particulares de esta divulgación. Sin embargo, resultará evidente que pueden realizarse otras variaciones y modificaciones a las formas de realización descritas, logrando algunas o todas sus ventajas. Algunos de los procedimientos, procesos y/o módulos descritos en la presente memoria pueden implementarse en hardware, software, incorporarse como medio legible por ordenador que presenta instrucciones de programa, firmware, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, las funciones descritas en la presente memoria pueden realizarse mediante un procesador que ejecuta instrucciones de programa de una memoria u otro dispositivo de almacenamiento. Por tanto, el objeto de las reivindicaciones adjuntas es cubrir todas estas variaciones y modificaciones que entren dentro del alcance de la divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de gestión de material de nanoestructura, que comprende:

5 un rollo de sustrato flexible que incluye una película de nanoestructura sobre por lo menos un lado del sustrato flexible,

caracterizado por:

10 un alojamiento portátil con una abertura que comunica entre una región interna y externa del alojamiento;
estando el rollo posicionado dentro del alojamiento para permitir el movimiento rotacional del rollo; y

15 estando el rollo dispuesto y configurado para permitir que el sustrato flexible se desenrolle del rollo y presente dicho por lo menos un lado a la abertura, de manera que la película de nanoestructura esté expuesta a la región externa para permitir la transferencia de dicha por lo menos una parte de la película de nanoestructura a un objeto diana que es externo al alojamiento.

20 2. Sistema según la reivindicación 1, que además comprende un elemento de sellado situado en la abertura para cerrar la abertura y sellar de ese modo la región interna del alojamiento.

3. Sistema según la reivindicación 1, que además comprende un cabezal de dispensación situado en oposición a la abertura para desplazar el sustrato flexible con respecto a la abertura.

25 4. Sistema según la reivindicación 1, que además comprende por lo menos una banda que sobresale de una superficie del sustrato flexible para espaciar el sustrato flexible de unas partes adyacentes en una configuración de rollo.

30 5. Sistema según la reivindicación 1, que además comprende un medio de soporte liberable interpuesto entre el sustrato flexible y la película de nanoestructura.

35 6. Sistema según la reivindicación 5, en el que el medio de soporte liberable está compuesto por uno o más de entre: politetrafluoroetileno, poliimida, poliéster, poliacrilamida, poli(cloruro de vinilo), poliuretano, un papel, una lámina de metal, un polímero, una película de metal, una película de papel, revestimiento de liberación, celofán, papel kraft recubierto con arcilla, polipropileno, papel cristal, polietileno o silicona.

40 7. Sistema según la reivindicación 1, que además comprende un accionador que es operativo para aplicar uno o más de entre un desplazamiento, una presión, una tensión, una velocidad, una posición o una temperatura al sustrato flexible.

8. Sistema según la reivindicación 1, que además comprende:

unas nanoestructuras alineadas en la película de nanoestructura; y

45 una alineación de las nanoestructuras alineadas que se mantienen cuando dicha por lo menos parte del material de nanoestructura se transfiere al objeto diana.

9. Procedimiento para transferir material de nanoestructura a un objeto diana, que comprende:

50 proporcionar una película de nanoestructura a por lo menos un lado de un sustrato flexible;

enrollar el sustrato flexible en un rollo;

caracterizado por:

55 alojar el rollo en un recipiente portátil que permite que el rollo gire; y

60 desenrollar el rollo para presentar dicho por lo menos un lado del sustrato flexible a una abertura en el alojamiento, de manera que la película de nanoestructura sea accesible a un exterior del alojamiento para permitir la transferencia de dicha por lo menos una parte de la película de nanoestructura desde el sustrato flexible hasta el objeto diana situado en el exterior del alojamiento.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, que además comprende cubrir la abertura para sellar el alojamiento.

11. Procedimiento según la reivindicación 9, que además comprende accionar un accionador para aplicar uno o más de entre un desplazamiento, una presión, una tensión, una velocidad, una posición o una temperatura al sustrato flexible.
- 5 12. Procedimiento según la reivindicación 9, que además comprende disponer por lo menos una banda para sobresalir desde una superficie del sustrato flexible para espaciar el sustrato flexible de partes adyacentes en el rollo.
- 10 13. Procedimiento según la reivindicación 9, que además comprende detectar un fenómeno relacionado con la disposición de la película de nanoestructura con respecto al artículo diana.
14. Procedimiento según la reivindicación 9, que además comprende:
- 15 proporcionar unas nanoestructuras alineadas en la película de nanoestructura; y
- mantener una alineación de las nanoestructuras alineadas cuando dicha por lo menos parte de la película de nanoestructura se transfiere al objeto diana.
- 20 15. Procedimiento según la reivindicación 9, que además comprende:
- la película de nanoestructura está provista de unas nanoestructuras alineadas;
- la transferencia de por lo menos una parte de la película de nanoestructura desde el sustrato flexible hasta el objeto diana situado en el exterior del alojamiento es permitida mientras que se mantiene una alineación de las nanoestructuras alineadas.
- 25

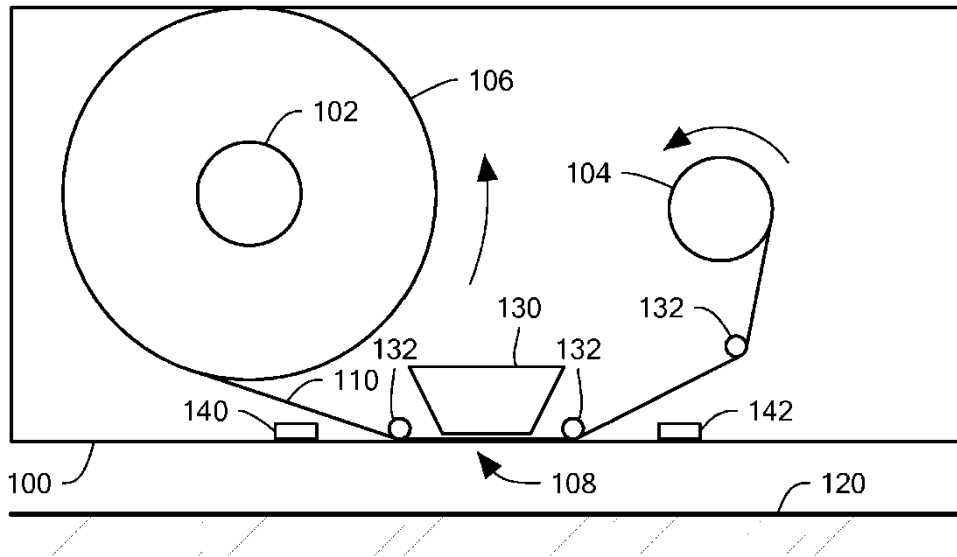


FIG. 1

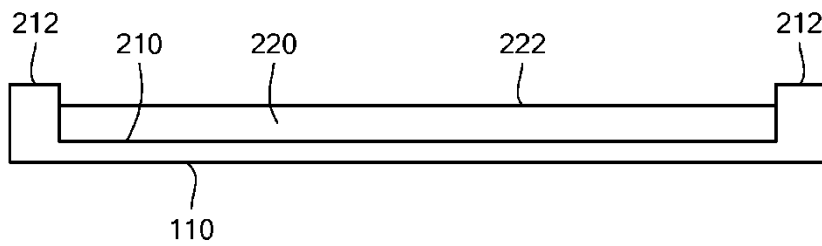


FIG. 2

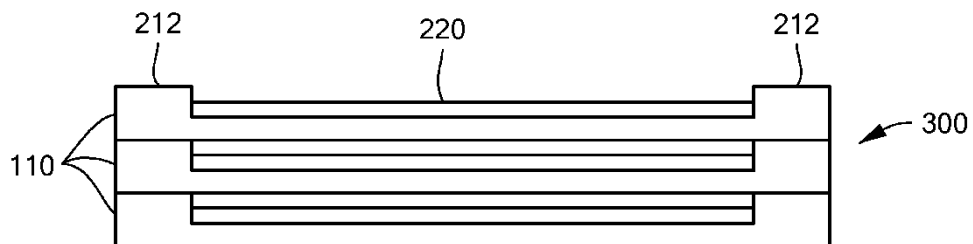


FIG. 3

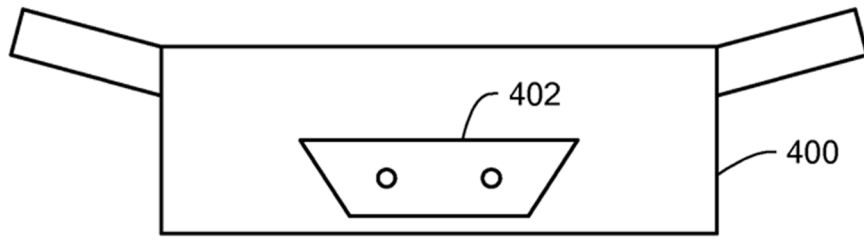


FIG. 4

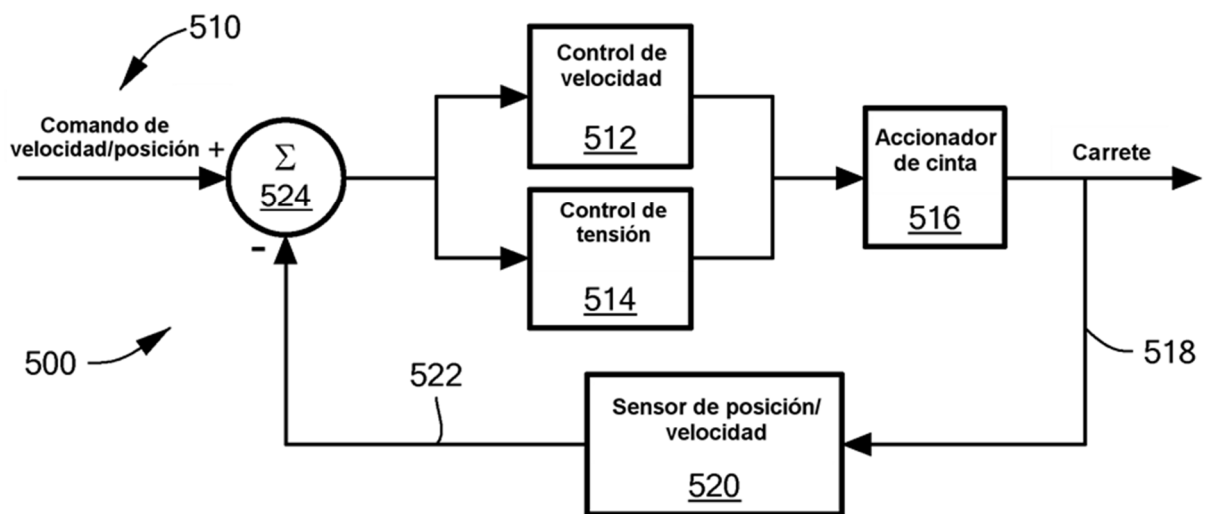


FIG. 5

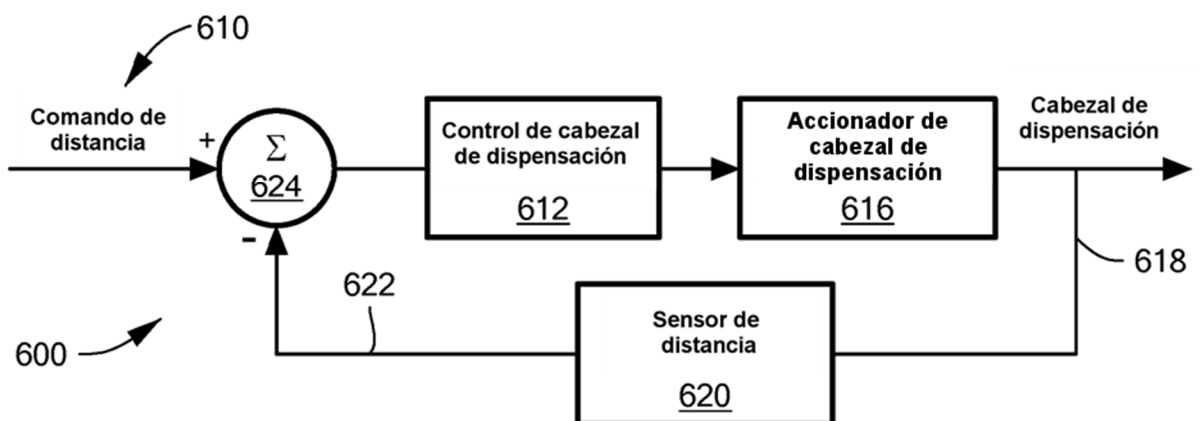


FIG. 6

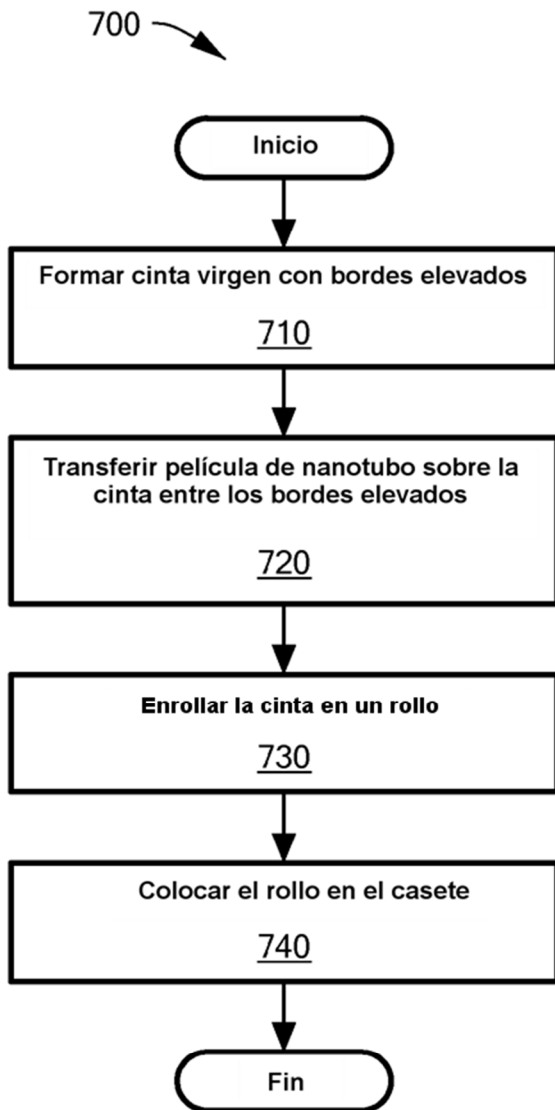


FIG. 7

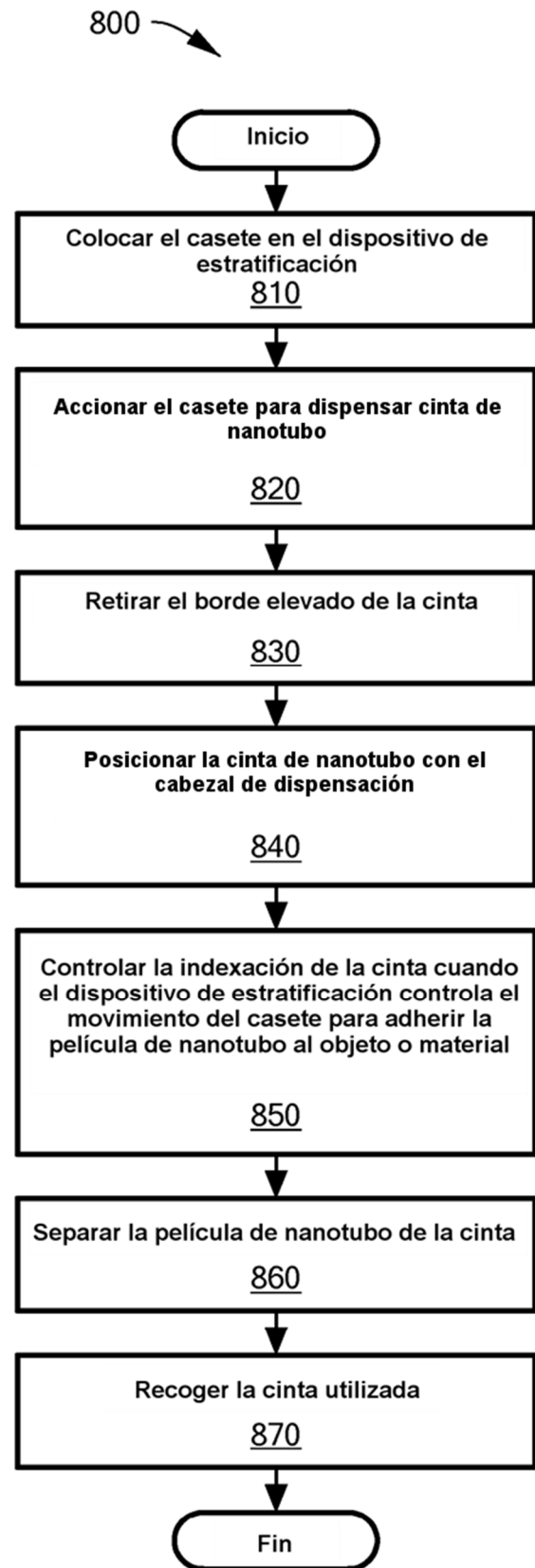


FIG. 8